

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до лабораторних занять та самостійної роботи  
**«МЕТОДИ КОНСТРУЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ  
В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ»**  
(Частина III)

для студентів спеціальності 122  
«Комп'ютерні науки»

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 2 від 24.05.2018 р.

Харків 2019

Методичні вказівки для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».  
Методи конструювання об'єктів в комп'ютерних системах. Частина III / укл.  
І. Ю. Адашевська. – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – 84 с.

Рецензент: Л.М.Савченко.

Кафедра геометричного моделювання та комп'ютерної графіки

## Лабораторна робота №1

**Тема роботи:** конструювання об'єктів в графічних інформаційних системах.

**Мета роботи:** в графічному пакеті **Maya** виконати моделювання свічки за допомогою полігонального циліндра, а також змоделювати палаючий гніт за допомогою частинок

### Теоретичні відомості.

3D Studio Max – лідер ринку програмного забезпечення для тривимірного моделювання, анімації і візуалізації. Нова версія 3D Studio MAX пропонує ще більше вдосконалених можливостей, які задовольняють зростаючі потреби творців тривимірних моделей і аніматорів, а також розробників інтерактивних ігор. Відкрита архітектура 3D Studio MAX дозволяє аніматорам випробувати переваги використання більш ніж ста додатків, які можна підключити, щоб швидко і легко додавати вражаючі ефекти. Більш того, за допомогою 3D Studio MAX SDK вони можуть навіть створювати свої власні додатки-модулі, щоб надавати оригінального вигляду своїм творінням.

Ось лише деякі можливості, які надає програма MAX 9.0 під час створення окремих зображень та анімацій:

- моделювання геометричної форми будь-яких тривимірних об'єктів – від найпростіших, на зразок сфери, циліндра або прямокутного паралелепіпеда, до таких складних за формою об'єктів природного походження, як тіла тварин, дерева або поверхня води, що вирує;

- імітація фізичних властивостей матеріалів об'єктів, таких як шорсткість, блиск, прозорість, світіння і т.п., явищ багаторазового дзеркального відображення і заломлення світлових променів, атмосферних явищ, таких як серпанок або туман, природних явищ, таких як сніг, полум'я або дим ;

- імітація освітлення тривимірної сцени практично для будь-яких умов, від глибокого космосу до яскравого сонячного дня, і візуалізація модельованих об'єктів на реальному фотографічному фоні з тінями, що відскакують на цей фон;

- анімація практично всіх параметрів об'єктів: їх форми, розмірів, просторового положення, кольору і характеристик матеріалів і т.п.;

- реалізація різних способів управління за допомогою переміщення або зміни властивостей об'єктів у процесі анімації, що забезпечує можливість достовірної імітації самих різних типів рухів;

– створення пов'язаних ієрархічних ланцюжків об'єктів та їх анімація за методами прямої або зворотної кінематики, коли рух одного об'єкта викликає узгоджені переміщення інших об'єктів ланцюжка;

– моделювання поступових перетворень одних об'єктів в інші, що мають відмінності за формою і зовнішнім виглядом (морфінг);

– моделювання динамічних властивостей рухомих об'єктів з урахуванням їх зіткнень, сил тяжіння, вітру або пружності;

Основними областями використання **MAX 9.0** є:

– архітектурне проектування та конструювання інтер'єрів;

– підготовка рекламних та науково-популярних роликів для телебачення;

– комп'ютерна мультиплікація і зйомка ігрових фільмів з фантастичними сюжетами;

– розробка комп'ютерних ігор;

– підготовка ілюстрацій для книг і журналів;

– художня комп'ютерна графіка, Web дизайн;

– дозвілля та розвиток просторової уяви;

– судово-медична експертиза.

### **Порядок виконання роботи.**

1. Спробуємо скористатися системою частинок, яка залучає мішень для створення палаючої свічки. Для цього спочатку змоделюємо свічку – її роль можуть зіграти два полігональних циліндра, один з яких представляє саму свічку (він для правдоподібності деформований шляхом переміщення окремих груп вершин), а другий – її гніт (рис. 1.1). Потім сформуємо систему частинок з направленим вгору Directional-емітером, для чого емітер повертаємо на 90° щодо осі Z. Збільшуємо для емітера значення параметра **Spread** приблизно до 0,2 (частки почнуть випускати в різних напрямках), також збільшуємо швидкість руху часток і робимо її випадковою (параметри **Speed** і **Speed Random**, в даному випадку встановлено рівними 2 і 1 відповідно). А потім проведемо емітер на вершину гніту свічки (рис. 1.2).

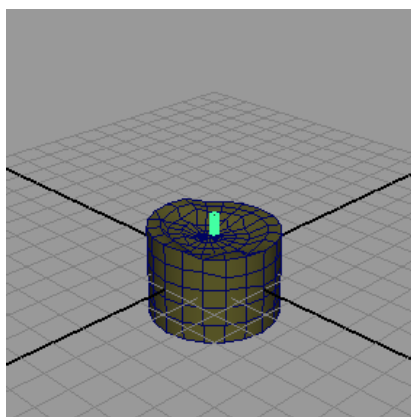


Рисунок 1.1

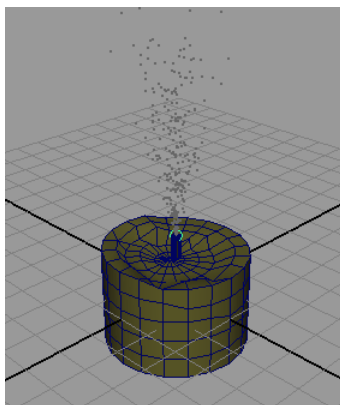


Рисунок 1.2

2. Відрегулюємо параметри життя частинок, змінивши в редакторі атрибуту в середині сувію **LifespanAttributes** режим **LifespanMode** (Режим періоду існування) з варіанту **LiveForever** (Вічно) на **Constant** (Постійно), а потім присвоїмо параметру **Lifespan** (Час життя) значення 3. Встановимо для візуалізації частинок варіант **Cloud** (Хмара) – рис. 1.3.

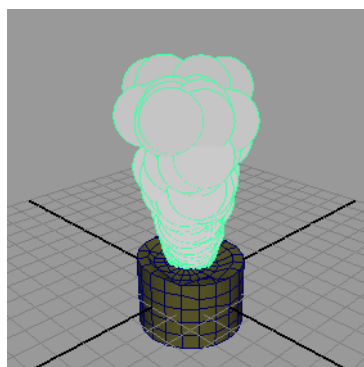


Рисунок 1.3

3. На наступному етапі зробимо так, щоб розмір часток став різним. Для цього при виділеній системі частинок відкриваємо в редакторі атрибутів сувій **AddDynamicAttributes** (Додавання динамічних атрибутів), клацаємо на кнопці **General** (Загальні), відкриваємо вкладку **Particle** (Частинки), виділяємо рядок **radiusPP** і клацаємо кнопку ОК. Це призведе до появи в розділі **PerParticleArrayAttributes** (Атрибути однієї частки масиву) нового атрибута **radiusPP** (Радіус однієї частки). Натискаємо праву кнопку на тому, що з'явилося в результаті в розділі **PerParticleArrayAttributes** полі **radiusPP**, і вибираємо в контекстному меню команду **CreateRamp** (Створити градієнт). Клацаємо в полі **radiusPP** правою кнопкою миші, вибираємо з контекстного меню команду **EditRamp** (Редагувати градієнт) і змінюємо параметри градієнта відповідно до

рис. 1.4. В результаті радіус у **Cloud-частинок** почне з віком зменшуватись (рис. 1.5).

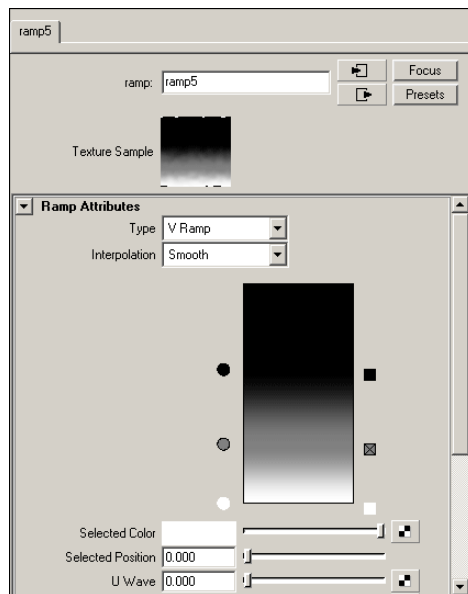


Рисунок 1.4

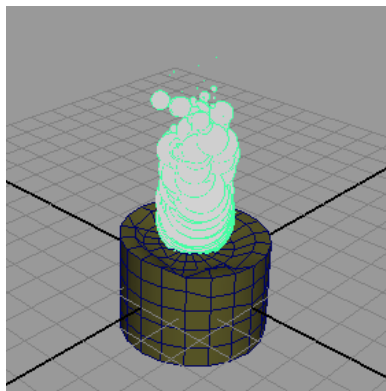


Рисунок 1.5

4. Спробуємо домогтися того, щоб потік частинок коливався під час руху, відхиляючись то в одну, то в іншу сторону – тобто приблизно так, як це відбувається з полум'ям свічки. Для цього створюємо дві сфери (вони будуть виконувати роль мішеней) і розміщуємо їх з різних по горизонталі сторін від емітера (рис. 1.6). Призначаємо дані сфери мішенями для системи частинок. Для цього спочатку виділяємо частки, а потім, утримуючи клавішу Shift – першу сферу, скористаємося командою Particles => Goal. Таку саму операцію виконаємо щодо другої сфери.

На початку цей процес не принесе бажаного ефекту, оскільки цільові ваги обох мішеней рівні – як між собою, так і на всьому протязі анімації. На наступному кроці необхідно для кожної з мішеней вручну підібрати потрібні ваги, причому з урахуванням кадрів. У нашому випадку ми зупинилися на наступному варіанті, підбраному під анімацію довжиною в 70 кадрів. У 1-му кадрі першої сфери вага дорівнює 0,150, а у другій – 0, на обидві ваги встановлені ключі

(рис. 1.7). У 21-му кадрі ваги сфер дорівнюють 0,100 і 0,150 відповідно (рис.1.8), в 41-му – 0,150 і 0,100, а в 61-му – 0,100 і 0,150. Після цього потік частинок почне бажане відхилення (рис. 1.9).

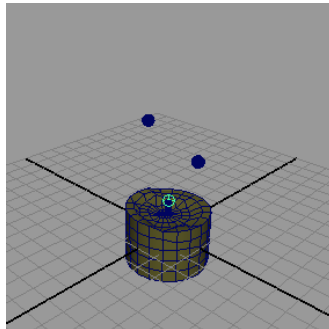


Рисунок 1.6

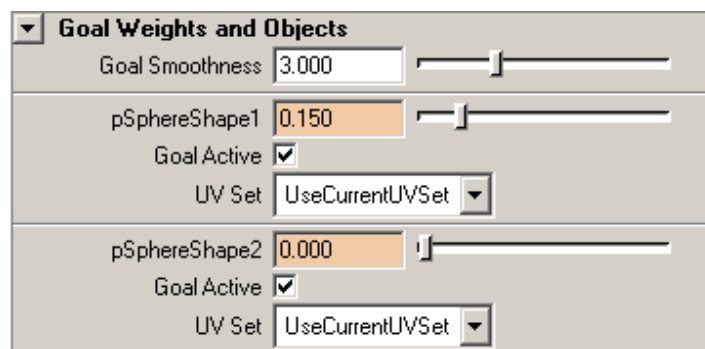


Рисунок 1.7

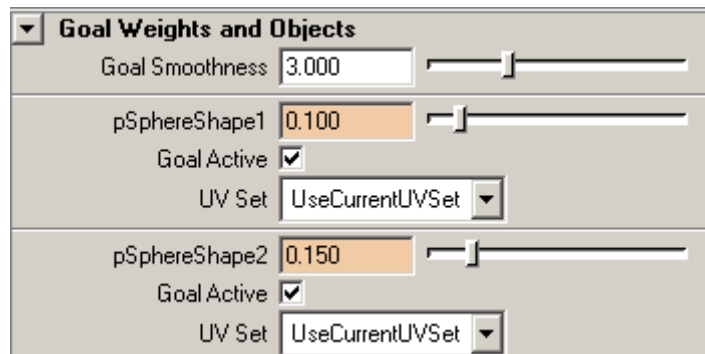


Рисунок 1.8

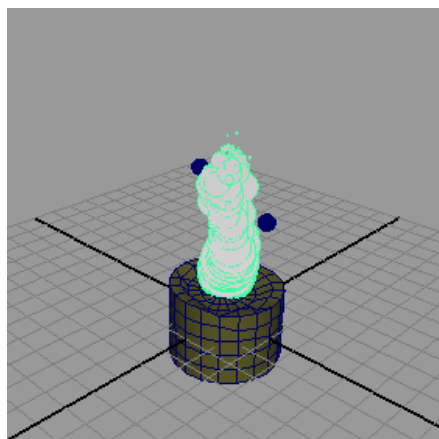


Рисунок 1.9

5. Залишилось подбати про матеріал для полум'я. Але спочатку слід зробити так, щоб частинки поблизу гніту були практично прозорі, а в міру віддалення від нього рівень їх прозорості зменшувався, тому що полум'я свічки у верхній частині більш яскраве, ніж у гніту. Для цього доведеться додати атрибут прозорості, щоб зробити прозорість динамічною. Виділяємо систему частинок і в середині гніту **AddDynamicAttributes** редактора атрибутів клацаємо на кнопці **Opacity** (Непрозорість). У вікні включаємо прапорець **AddPerParticleAttribute** (Додати атрибут для частинок) – рис. 1.10 і клацаємо на кнопці **AddAttribute** (Додати атрибут). Це призведе до появи нового атрибута **opacityPP** в світі **PerParticleArrayAttributes**. Натискаємо праву кнопку на полі **opacityPP** і вибираємо в контекстному меню команду **CreateRamp** (Створити градієнт). Клацаємо на полі **opacityPP** правою кнопкою миші, вибираємо з контекстного меню команду **EditRamp** (Редагувати градієнт) і змінюємо параметри градієнта відповідно до рис.1.11. Після цього прозорість частинок почне залежати від віку.

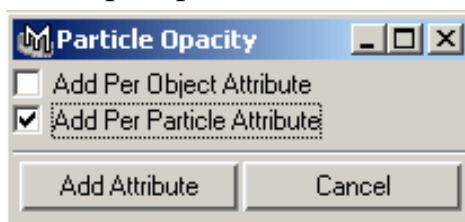


Рисунок 1.10



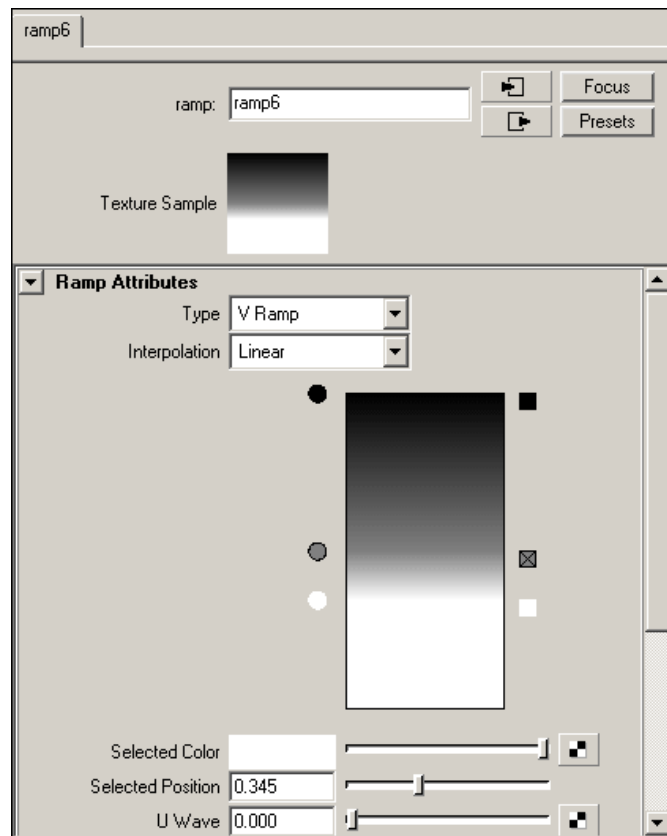


Рисунок 1.11

Нарешті переходимо до створення матеріалу. Однак, створювати новий матеріал ми не будемо, а лише відредагуємо автоматично призначений системі частинок об'ємний матеріал **particleCloud1**. Відкриємо редактор матеріалів, активуємо названий матеріал і призначимо йому **Ramp-градієнти** в полях **LifeColor** і **LifeTransparency**, а потім підберемо значення параметрів **GlowIntensity**, **Density**, **DiffuseCoeff** і **TranslucenceCoeff**. Всі настройки названих параметрів, так само як і **Ramp-градієнтів**, представлені на рис. 1.12. На закінчення можна створити відповідне обрамлення для палаючої свічки і текстурувати елементи сцени – можливий вид одного з проміжних кадрів, який отримано в результаті анімації, представлений на рис. 1.13.

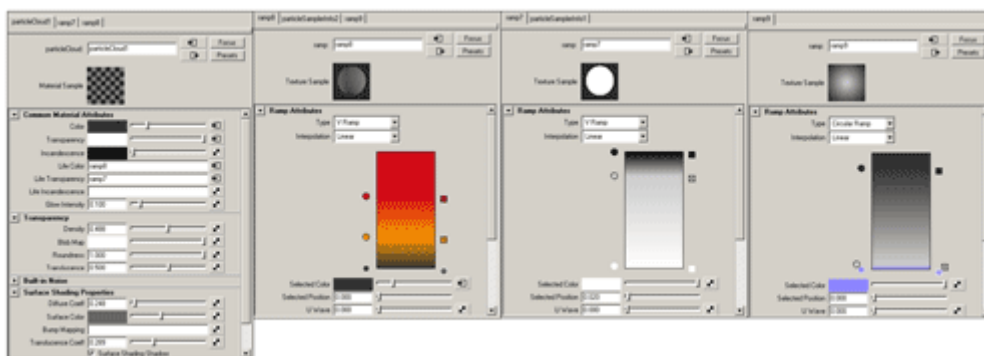


Рисунок 1.12

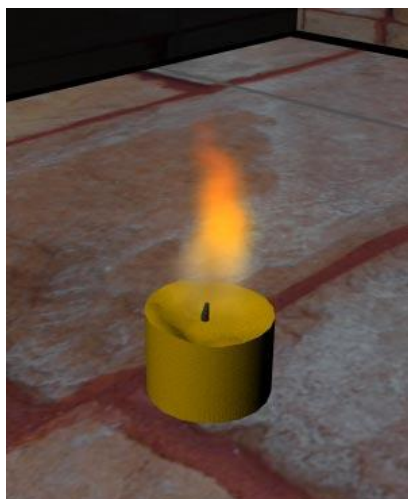


Рисунок 1.13

## Лабораторна робота №2

**Тема:** конструювання об'єктів в графічних інформаційних системах.

**Мета:** моделювання об'єкта із застосуванням пакета **Google SketchUp**.

**Теоретичні відомості.**

1. При відкритті SketchUp спочатку ми бачимо вікно вітання. Вибираємо шаблон робочої області (рис. 2.1). Основні відмінності цих шаблонів в одиницях виміру (дюйми, метри і т.д.), і стартових видах (зверху, знизу і т.д.).

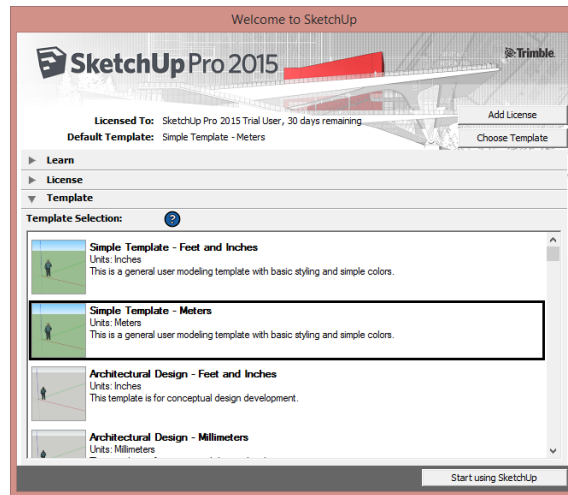


Рисунок 2.1

2. Вибираємо другий пункт **Simple Template – Meters**. Натискаємо кнопку **Start using SketchUp**. Потрапляємо в робочу область (рис.2.2).

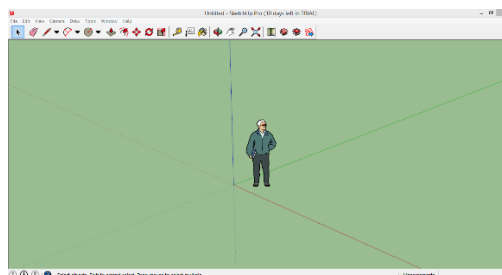


Рисунок 2.2

Всі функції, які нам будуть потрібні, знаходяться у верхній частині вікна. Внизу вікна знаходиться рядок стану, у ньому ми можемо спостерігати інформацію про хід виконання якихось команд. Для управління камерою використовуємо мишку. Для повороту камери використовуємо затиснуту середню кнопку миші (**СКМ**), для переміщення камери – **shift + СКМ**, для наближення / віддалення камери потрібно прокрутити **СКМ**.

3. Вилучаємо людину в центрі координат (рис.2.3), для цього виділяємо її за допомогою миші і натискаємо клавішу **DEL**.

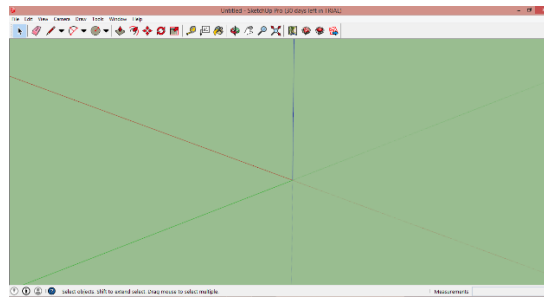





Рисунок 2.3

4. Вибираємо інструмент «Rectangle»  у випадяючому списку «Shapes»  і намалюємо його на робочій області. На наступному етапі вибираємо команду «Push/Pull» , після чого натискаємо прямокутник і тягнемо на верх, отримуємо коробочку. Пограємо деякий час з даним інструментом (рис. 2.4).

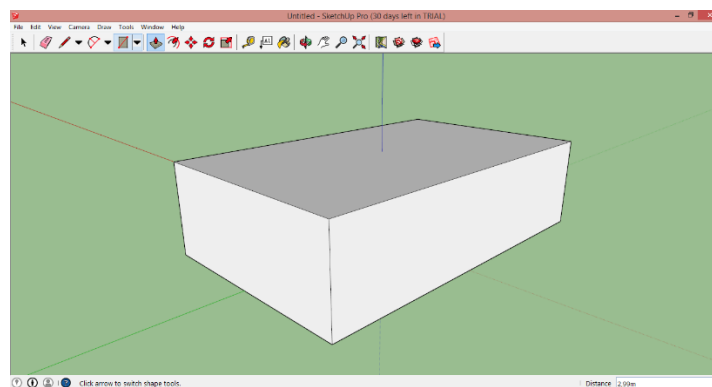




Рисунок 2.4

5. Тепер вибираємо інструмент «Circle»  і намалюємо його на поверхні нашої коробки, далі видавимо його за допомогою вже знайомої нам команди «Push / Pull»  (рис. 2.5).

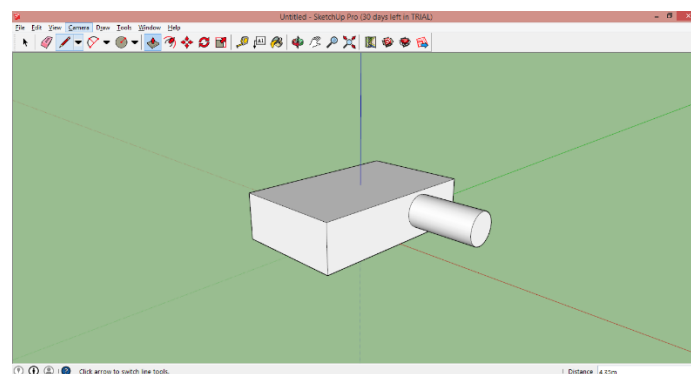


Рисунок 2.5

6. Попробуємо з командами «Circle», «Rectangle», «Push/Pull» (рис. 2.6).

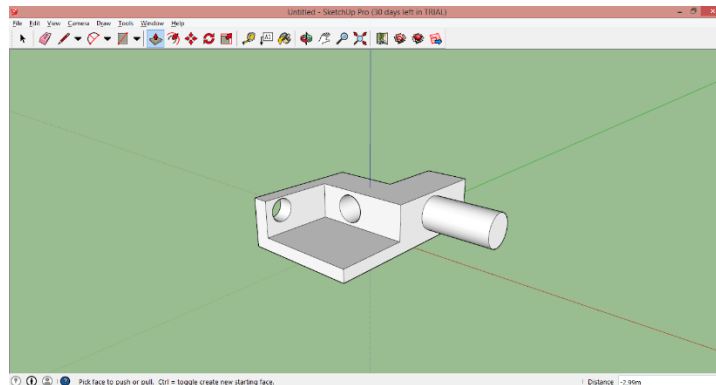


Рисунок 2.6

7. Спробуйте за аналогією самостійно розібратися з іншими командами SketchUp.

### Порядок виконання роботи.

Об'єкт для моделювання зображений на рис. 2.7.

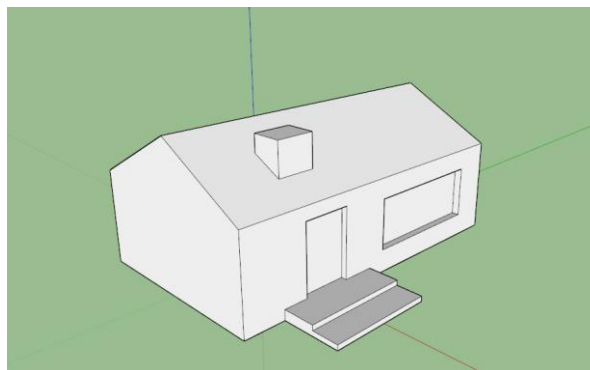



Рисунок 2.7

1. Намалюємо прямокутник , і за допомогою інструменту «Push/Pull»



витагнемо його в коробку (рис. 2.8)

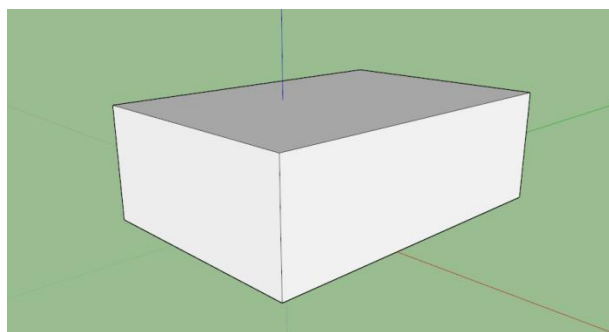





Рисунок 2.8

2. Розділяємо верхню межу за допомогою лінії  на дві рівні частини. Для цього треба знайти «midpoint» на межі (підсвічується блакитним кольором).

Виділяємо цю лінію за допомогою інструменту виділення , після чого, дану межу можна будь-як переміщувати (рис. 2.9) за допомогою інструменту переміщення .

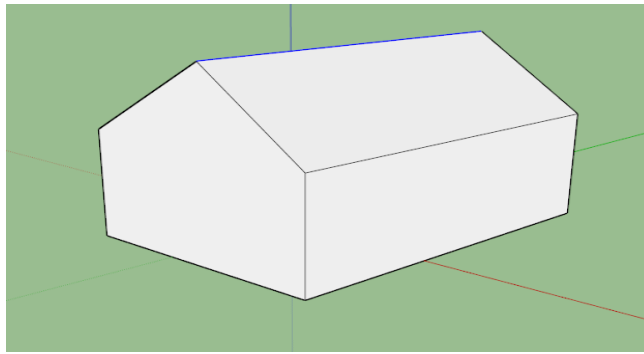




Рисунок 2.9

3. На наступному етапі за допомогою лінії  намалюємо контур димаря, для цього варто звертати на підказки середовища моделювання, (При проведенні лінії уздовж кожної з осей вона буде підсвічена відповідним кольором: синій, зелений, червоний), після чого, за допомогою інструменту «Push/Pull»  витягнемо його до потрібної форми (рис. 2.10).

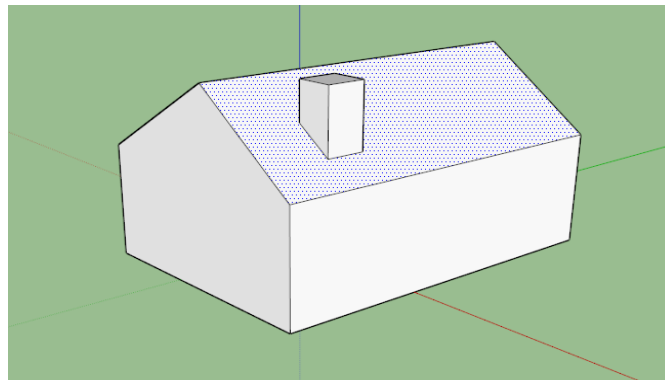



Рисунок 2.10

4. Тепер додамо нашій моделі деталей. Намалюємо за допомогою прямокутника  сходинок, двері і вікно (рис. 2.11).

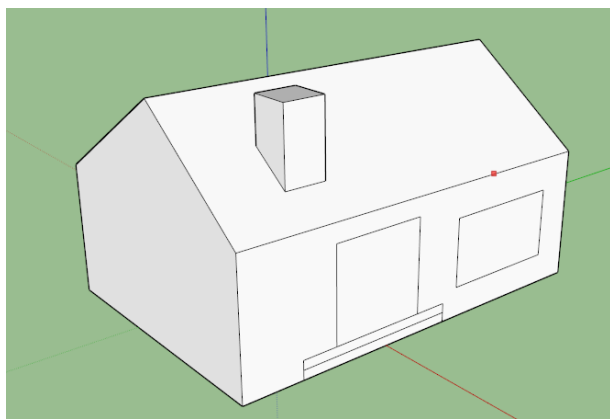


Рисунок 2.11

5. За допомогою інструмента «Push / Pull» витягнемо / вдавимо відповідні елементи будинку. Кінцевий варіант моделі показаний на рис. 2.12.

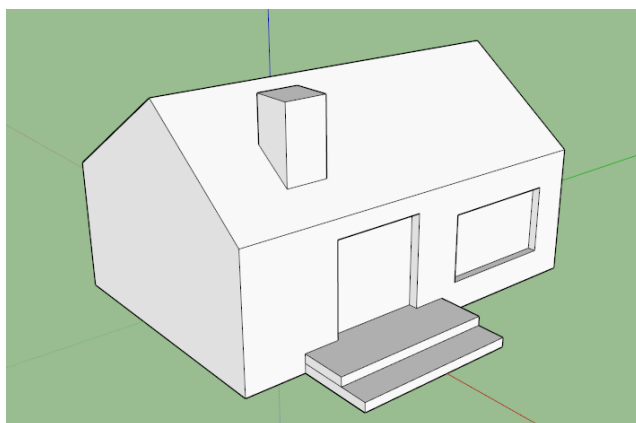


Рисунок 2.12

### Лабораторна робота №3

**Тема:** конструювання об'єктів в графічних інформаційних системах.

**Мета:** отримати практичні навички по створюванню простої 3D моделі у програмі **SolidWorks**.

#### Теоретичні відомості

**SolidWorks** – програмний комплекс САПР для автоматизації робіт промислового підприємства на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Забезпечує розробку виробів будь-якого ступеня складності і призначення.

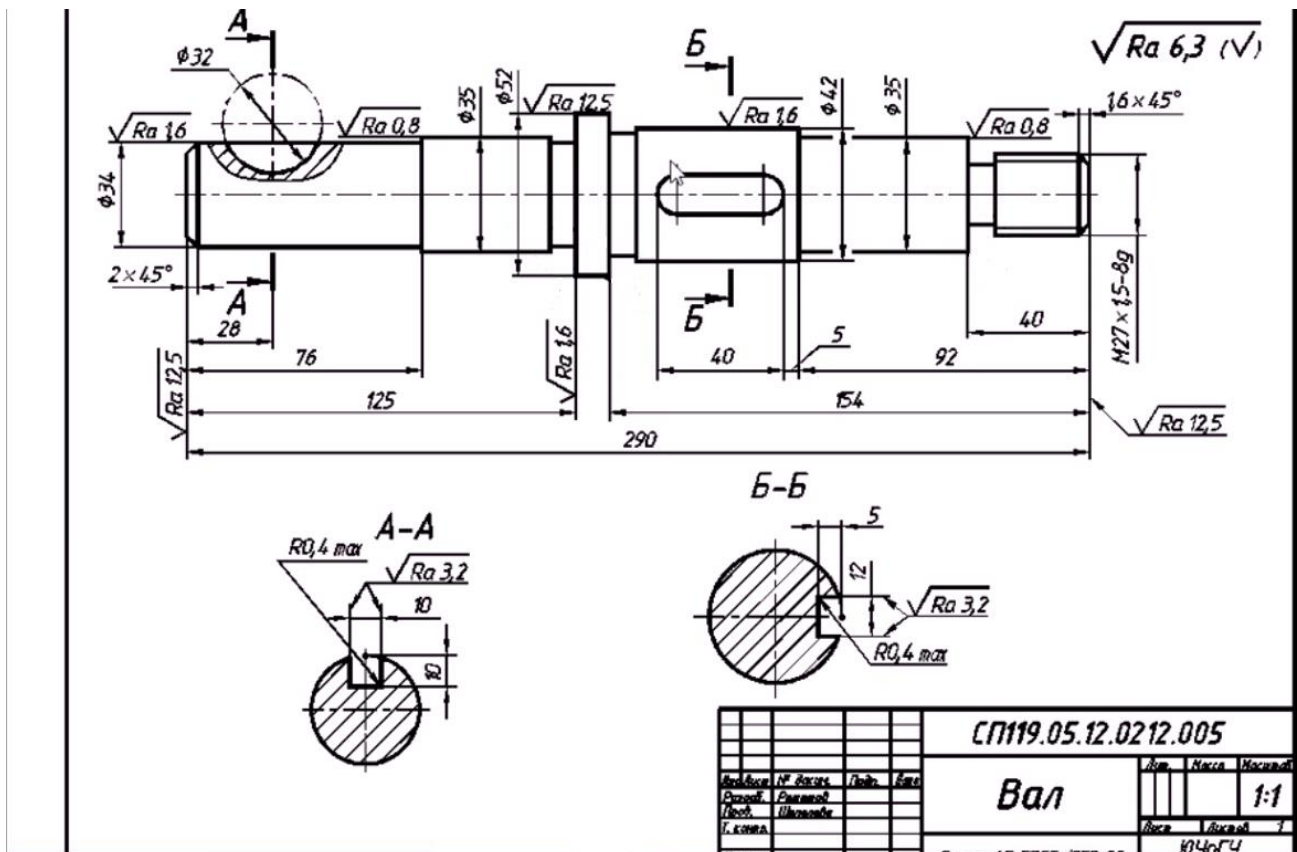
Працює у середовищі Microsoft Windows. Розроблено компанією SolidWorks Corporation. SolidWorks – призначений для створення твердотільних параметричних моделей деталей та подальшого напівавтоматичного виконання робочих креслень, які містять усі необхідні типи зображень. Також підтримує поверхневе моделювання, проектування деталей, виготовлених литтям, проектування деталей, виготовлених з листового матеріалу.

Процес створення моделі у SolidWorks починається з побудови опорного тіла й подальшого додавання або зняття матеріалу. Для побудови тіла по перше будується ескіз, згодом перетворюється тим чи іншим способом у тверде тіло. SolidWorks надає користувачеві повний набір функцій геометричних побудов й операцій редагування. Основною вимогою щодо ескізу при роботі з твердими тілами – є замкнутість та відсутність самоперетину контура.

При створенні контуру немає необхідності точно витримувати необхідний розмір, саме головне на цьому етапі – задати положення його елементів. Потім, завдяки тому, що створюваний ескіз повністю параметризований, можливо встановити для кожного елемента потрібний розмір. Крім того, для елементів, що входять у контур, можуть бути задані обмеження на розташування й зв'язок з іншими елементами.

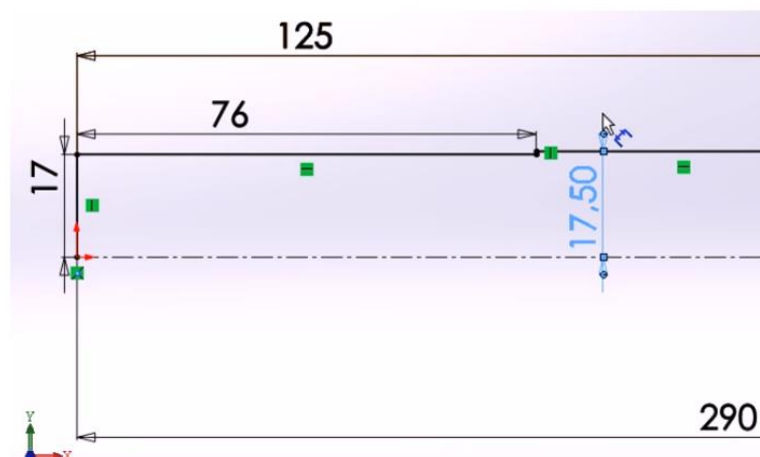


## Порядок виконання роботи.

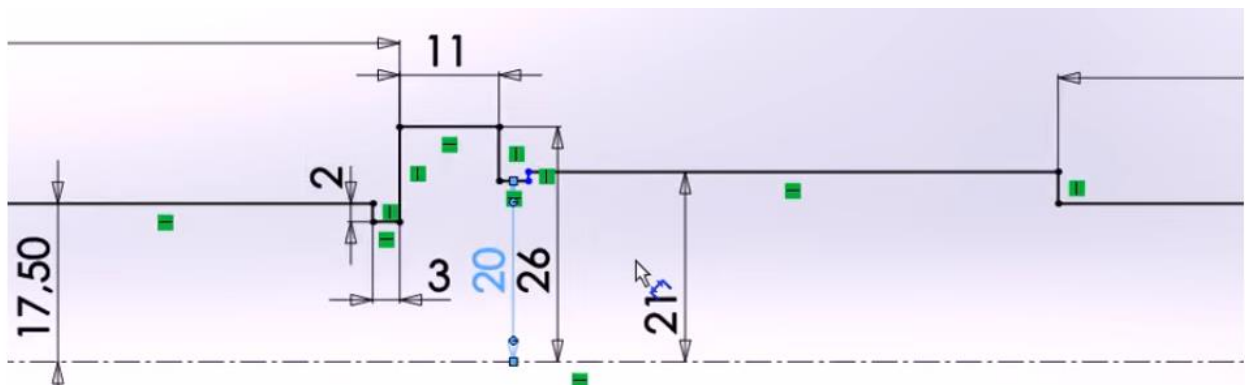


1. Заходимо у ескіз передньої площини і виконуємо кресленик половини його контуру, щоб надалі повернути ескіз по осі, попутно розставляючи вірні розміри.

2. Від осьової лінії проводимо **Відрізок** вгору на 17 мм, від неї лінія вправо на 76 мм, вгору на 2 мм і знову вправо на 46 мм.



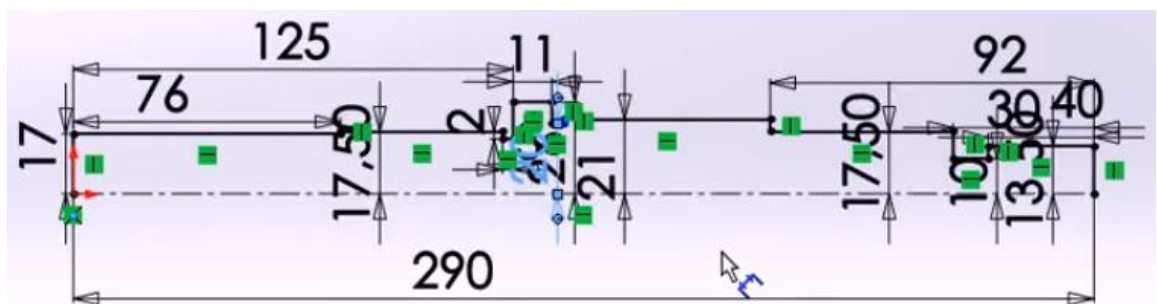
3. Далі від останньої точки наносимо прямі: донизу на 2 мм, праворуч на 3 мм, вгору на 10,5 мм, праворуч на 11 мм, донизу на 6 мм, праворуч на 3 мм, вгору на 1 мм, праворуч на 59 мм.



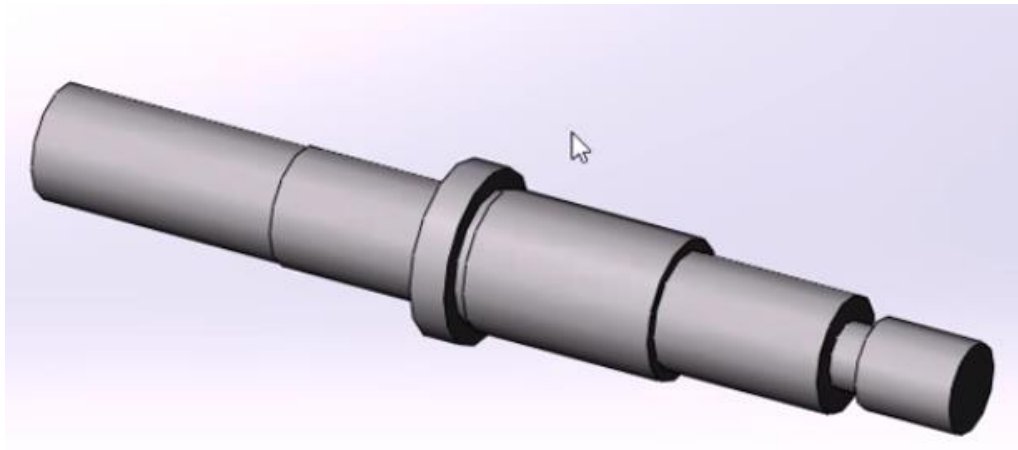
4. Від крайньої точки знову проводимо пряму донизу на 3,5 мм, праворуч на 52 мм, вниз на 7,5 мм, праворуч на 10 мм, вгору на 3,5 мм, праворуч на 30 мм і донизу на 13,5 мм.



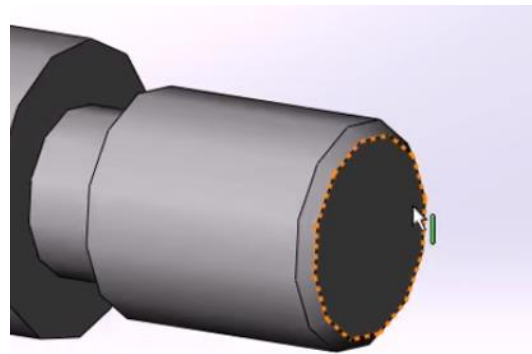
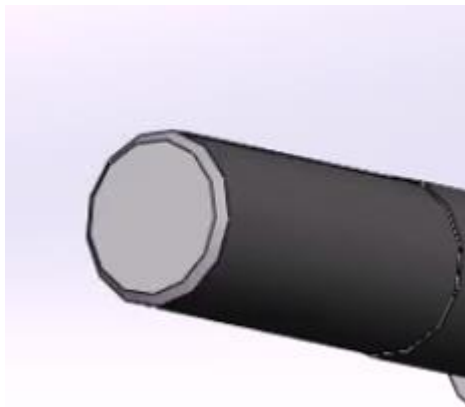
5. Повний ескіз повинен мати наступний вигляд:



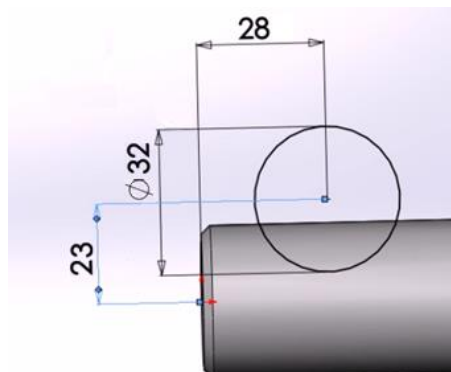
6. Далі переходимо до вкладки **Елементи** і обираємо **Повернена бобишка**, закриваємо ескіз і обертаємо його навколо вісі. Отримаємо простенький вал:



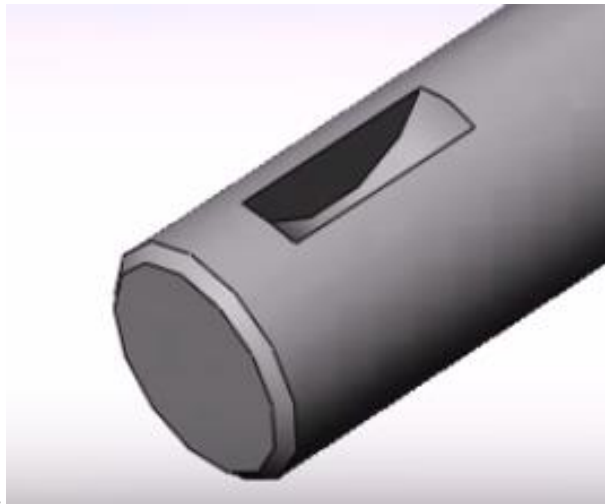
7. Виконуємо дві фаски, ліва фаска – 2 мм на  $45^\circ$ , а права фаска 1,6 мм на  $45^\circ$ .



8. Виконуємо шпоночний паз. На передній площині виконуємо побудову ескізу. Наносимо коло діаметром 32 мм приблизно в тому місці, де має бути отвір за креслеником. Далі просто скорегуємо його за розмірами. Відстань від краю валу до центру кола має бути 28 мм (по вісі X), а від центру валу до центру кола – 23 мм (по вісі Y).

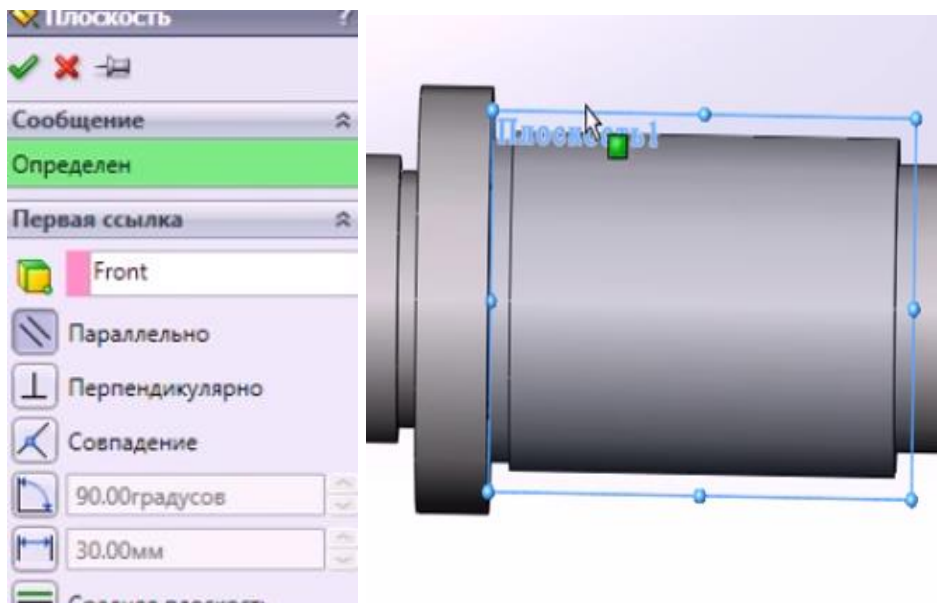


9. Далі переходимо до операції **Виріз-Витягнути** і вирізаємо область шириною 10 мм у напрямку **Середня площина** (щоб він був по центру).

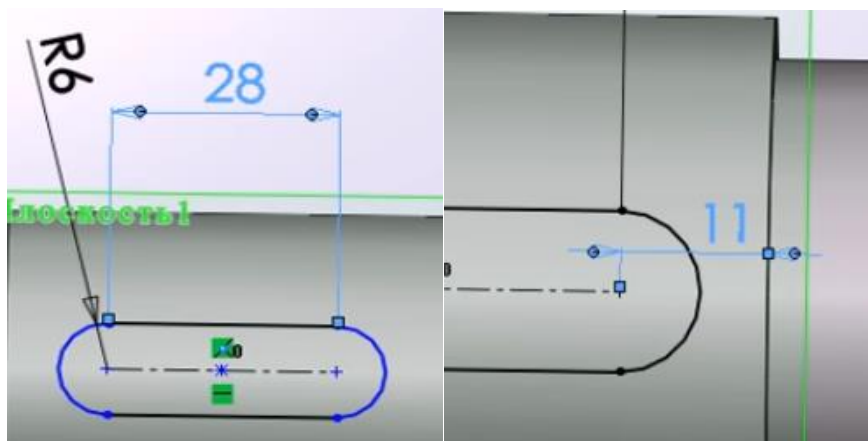


i.

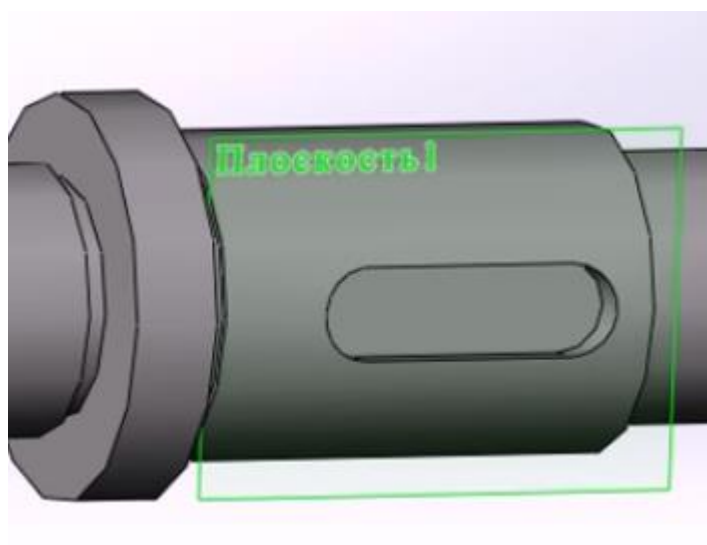
10. Виконуємо проріз під шпонку. Потрібно для початку створити паралельну площину. Для цього у вкладці **Елементи – Довідкова геометрія** вибираємо **Площина**. В її параметрах обираємо паралельну передню площину і ставимо її так, щоб вона стосувалася потрібної частини нашого валу за кресленням.



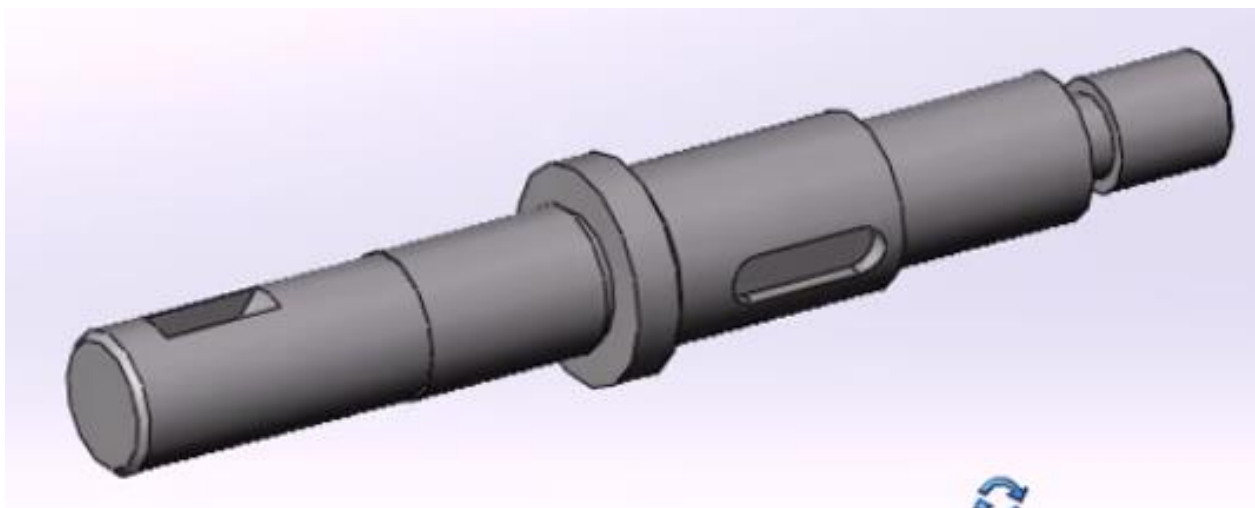
11. Виконуємо **Проріз** по центру нашого валу. Задаємо радіус нашим біч-ним колам – 6 мм, відстань між їх центрами – 28 мм. Відстань від правого краю до центру кола має бути 11 мм.



12. Переходимо до операції **Виріз-Витягнути** і вирізаємо на 5 мм вглиб.



13. Підсумковий вид валу повинен бути наступним:



14. На цьому наше моделювання простого валу у SolidWorks закінчено.

## Лабораторна робота №4

**Тема:** конструювання об'єктів в графічних інформаційних системах

**Мета:** ознайомитися з програмним забезпеченням «Компас». Отримати навички у створюванні непростої 3D моделі корпусної деталі в програмі КОМПАС-3D.

### Теоретичні відомості

Система КОМПАС-3D дозволяє реалізувати класичний процес тривимірного параметричного проектування – від ідеї до асоціативної об'ємної моделі до моделі та конструкторської документації.

Основні компоненти КОМПАС-3D – власне система тривимірного твердотільного моделювання, універсальна система автоматизованого проектування КОМПАС-Графік і модуль проектування специфікацій. Усі їх легко освоїти, і вони мають російськомовний інтерфейс та довідкову систему.

Система КОМПАС-3D призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одноразово спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують вирішення допоміжних завдань проектування і обслуговування виробництва.

Ключовою особливістю КОМПАСА є використання власного математичного ядра і параметричних технологій.

Базовий функціонал системи має у складі:

- інструментарій тривимірного моделювання;
- засоби роботи над проектами, що мають кілька тисяч підзбірок, деталей і стандартних виробів;
- функціонал моделювання деталей з листового матеріалу – команди створення листового тіла, згинів, отворів, жалюзі, буртиків, штамповок і вирізів в листовому тілі, замикання кутів і т.д., а також виконання розгортки отриманого листового тіла (а також, формування асоціативного креслення розгортки);
- спеціальні можливості, що полегшують побудову ливарних форм – ливарні ухили, лінії роз'єму, порожнини за формою деталі (в тому числі із завданням усадки);
- засоби створення поверхонь;

- інструменти створення параметричних бібліотек типових елементів, призначених для користувача;

- можливість отримання конструкторської та технологічної документації:

Вбудована система КОМПАС-Графік дозволяє випускати креслення, специфікації, схеми, таблиці, текстові документи, а також автоматично генерує асоціативні види тривимірних моделей (в тому числі розрізи, перерізи, місцеві розрізи, місцеві види, види по стрілці, види з розривом). Всі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі призводять до зміни зображення креслення. Стандартні види автоматично будують в проекційному зв'язку. Представлені в основному написі креслення (позначення, найменування, маса) синхронізують з даними з тривимірної моделі;

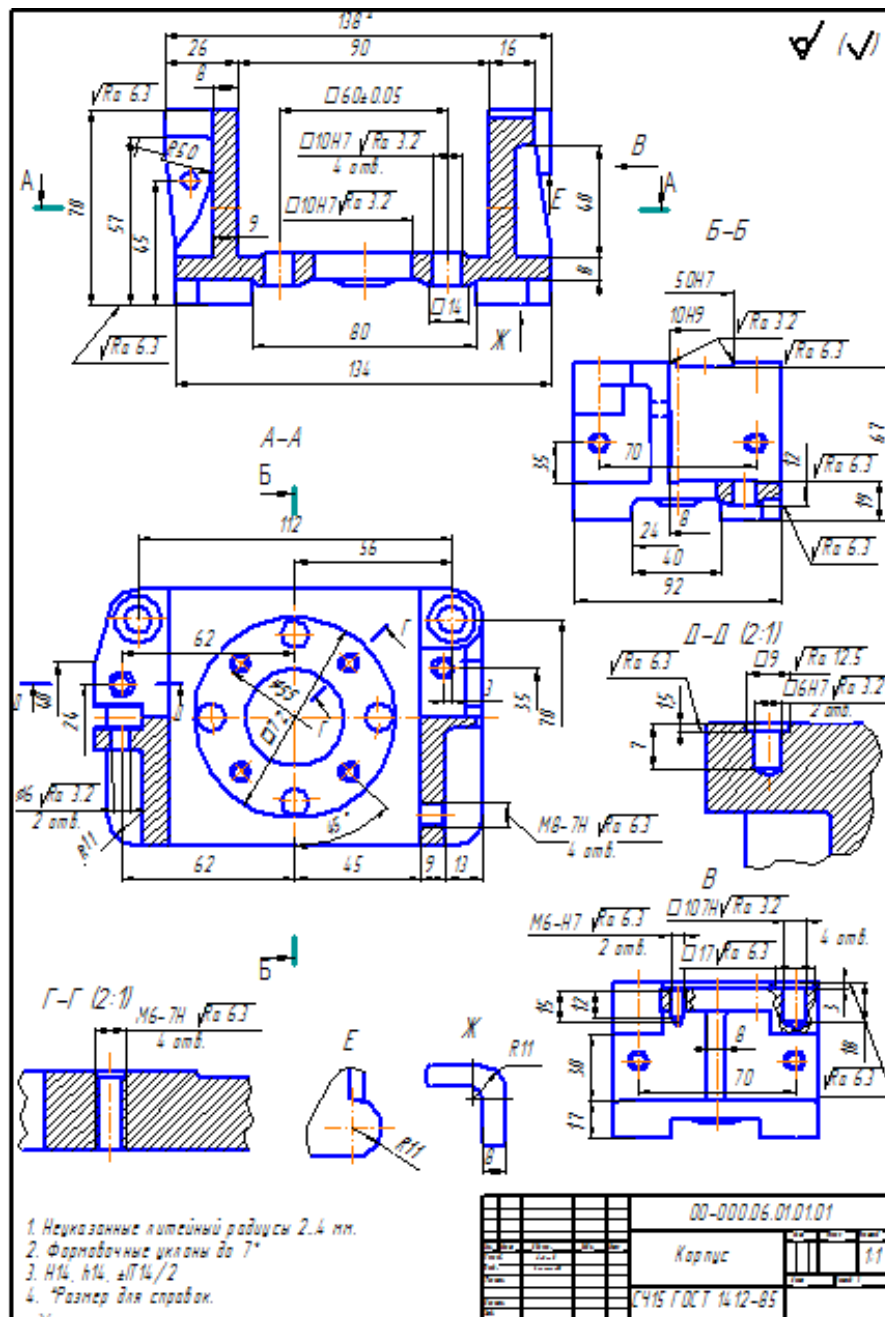
- можливість проставлення розмірів і позначень в тривимірних моделях;
- підтримка стандарту Unicode;
- засоби інтеграції з різними CAD / CAM / CAE системами;

- засоби захисту призначених для користувача даних, інтелектуальної власності і відомостей, що становлять комерційну та державну таємницю (реалізовано окремим програмним модулем КОМПАС-Захист).

Простий інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, потужна довідкова система і вбудоване інтерактивне навчальне керівництво «Азбука КОМПАС» дозволяють освоїти роботу з системою в найкоротші терміни і без зусиль.

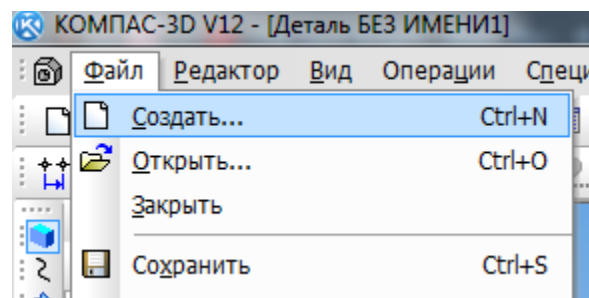
### **Порядок виконання роботи.**

1. Уважно ознайомтесь з кресленням корпусної деталі конструювання 3D-моделі, яку представлено у лабораторній роботі.



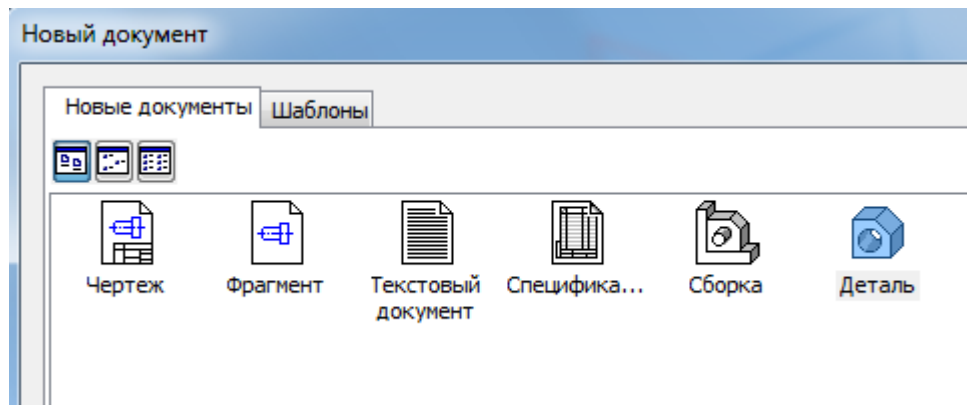
2. Створення сцени.

У меню **Файл** вибираємо команду **Створити**.



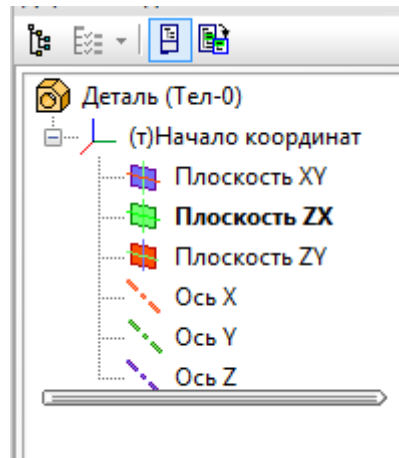
У вікні вибираємо **Деталь** для подальшого моделювання деталі.



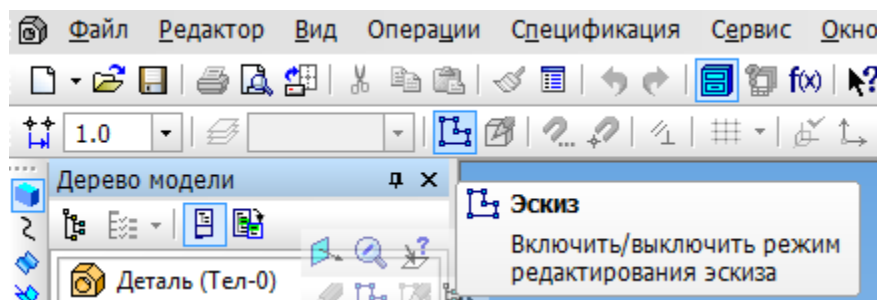


### 3. Моделивання корпусу

На першому кроці моделювання деталі переходимо у режим ескизу площини ZX. Для цього в «Дереві моделі» натискаємо на **Площина ZX**.



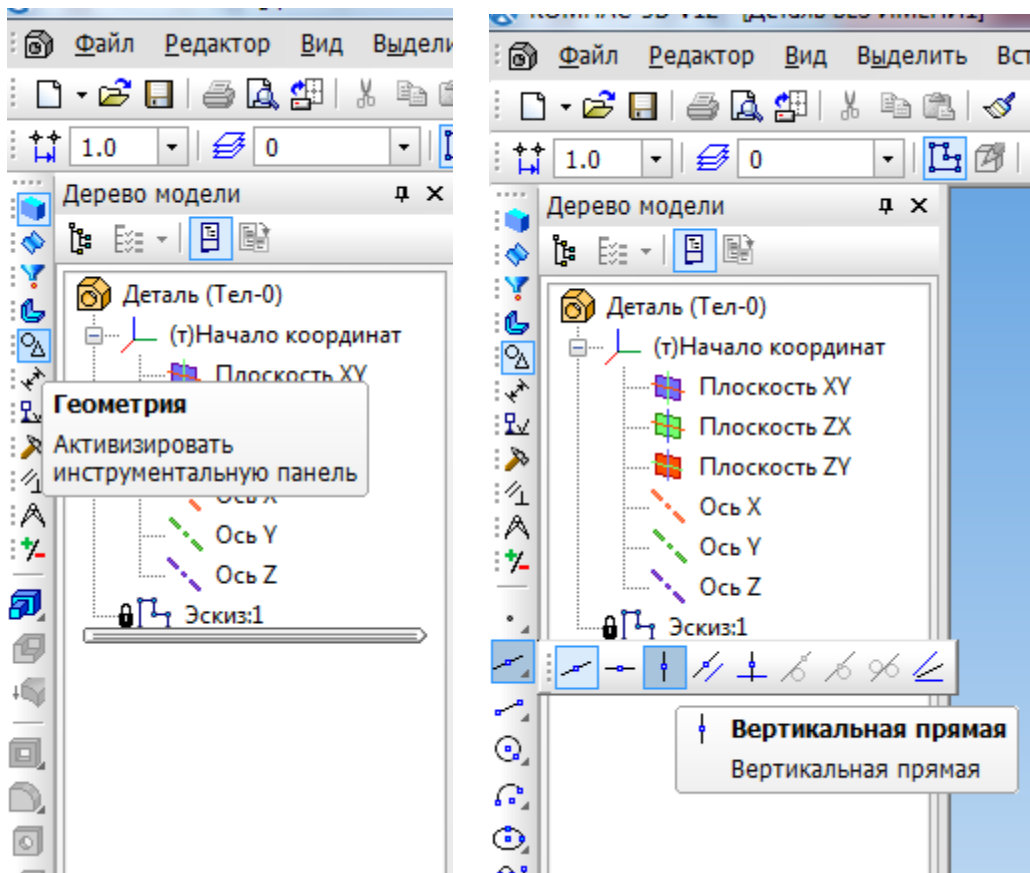
Вище вибираємо функцію **Ескиз**, щоб мати можливість малювати у даній площині і моделювати об'єкт.



#### 3.1 Основа корпуса

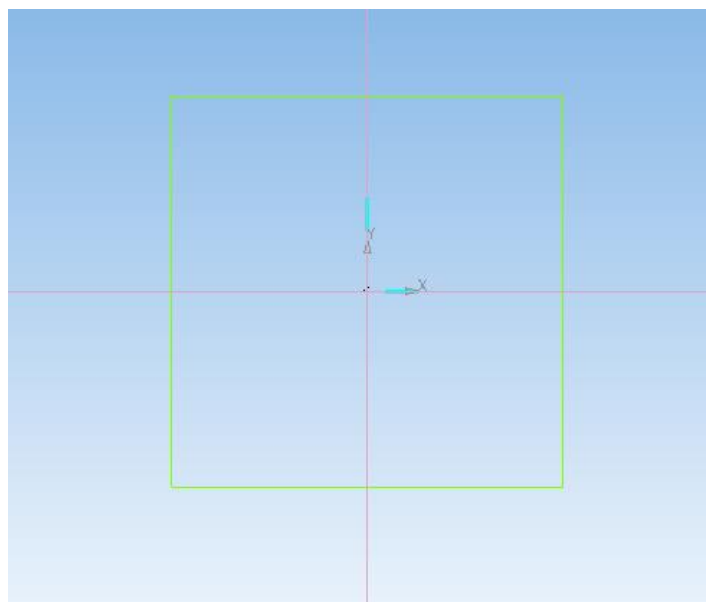
Для того, щоб мати можливість розставляти потрібні нам точки, відрізки і т.д., вибираємо значення **Геометрія**, після чого унизу з'являється потрібний нам набір інструментів. Вибираємо інструмент **Вертикальна пряма**, затиснувши ЛКМ на 2-му інструменті, для того, щоб викликати появу списку всіх схожих

інструментів, і натискаємо на потрібний. Ставимо пряму на осі Y (при наведенні на вісь, пряма наводиться на неї автоматично). Далі робимо також з віссю X, ставлячи на неї **Горизонтальну пряму**.



*ПРИМІТКА: намагайтеся завжди проводити допоміжні прямі, починаючи з осей координат під час малювання ескізу, це може значно прискорити і полегшити процес його малювання.*

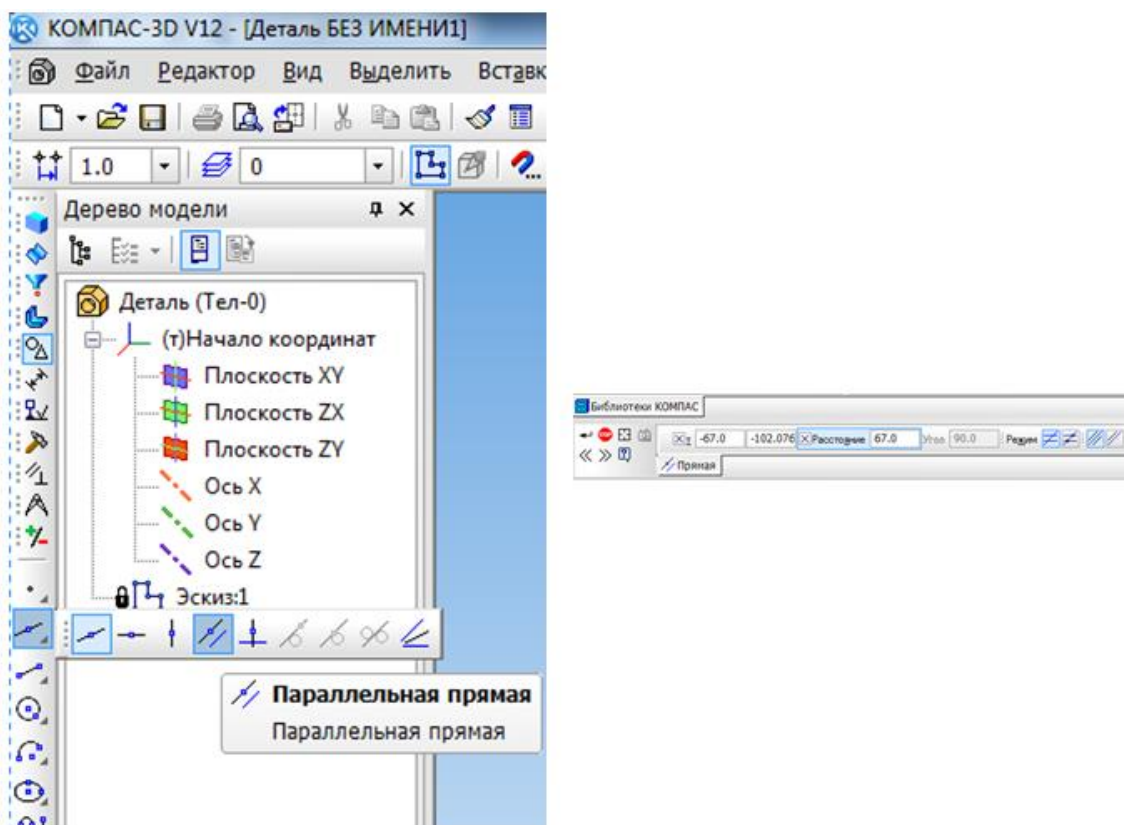
В результаті ми повинні отримати такий результат:



Основа нашого корпусу має довжину – 134 мм. і ширину – 92 мм.

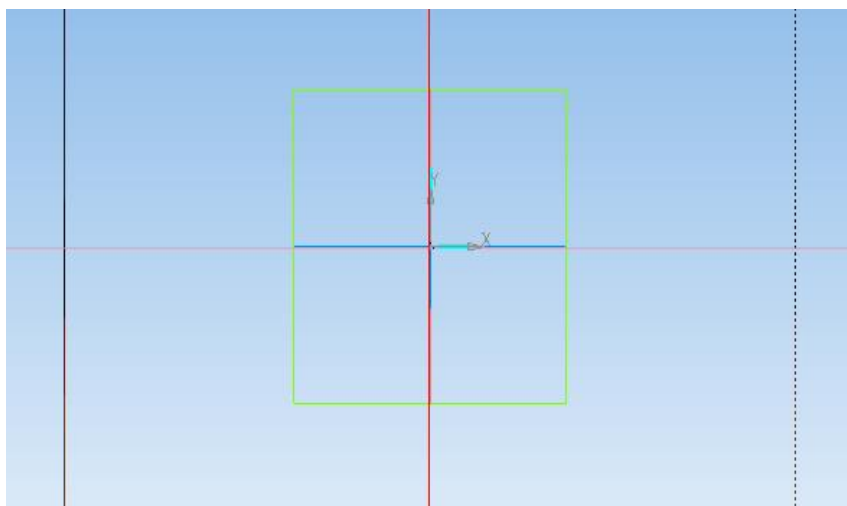
Для того, щоб її побудувати, спочатку вибираємо в тих самих інструментах **Паралельну пряму**, потім натискаємо на пряму, паралельно якій будемо ставити прямі, в даному випадку на вісь У. У нижній частині програми будуть відображатися **Параметри** даного інструменту (довжина, кут і т.д.).

У полі **Відстань**, внесемо 67 мм (134/2).

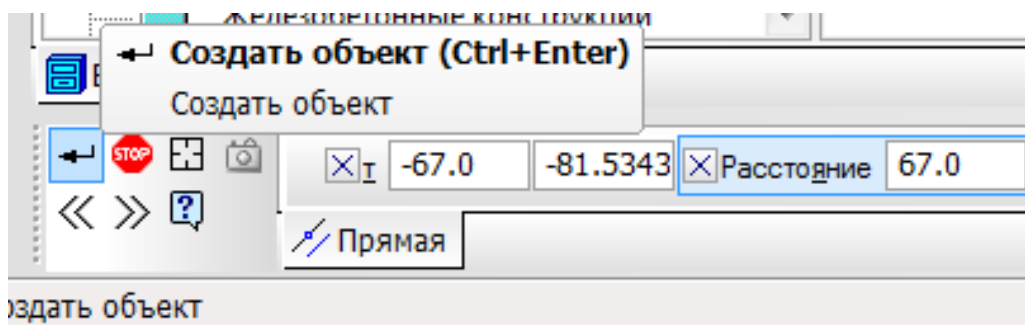


*ПРИМІТКА: в параметрах інструменту можна використовувати прості приклади. Наприклад, в нашому зразку, можна в осередку **Відстань** написати 134/2, натиснути **Enter** – отримаємо в цій графі цифру 67. Також можна вживати додавання, віднімання та множення, включаючи і кілька чисел, НАПРИКЛАД:  $(2 + 2 * 2)$  дорівнює 6.*

В результаті отримаємо:

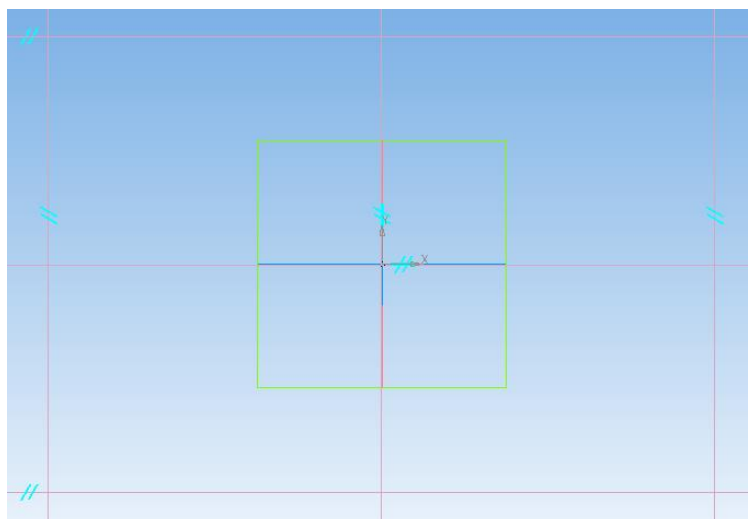


Тепер нам потрібно зберегти дану дію. Для цього натискаємо **Ctrl + Enter** або відповідну кнопку знизу, де задані параметри. Для скасування потрібно натиснути **STOP**.

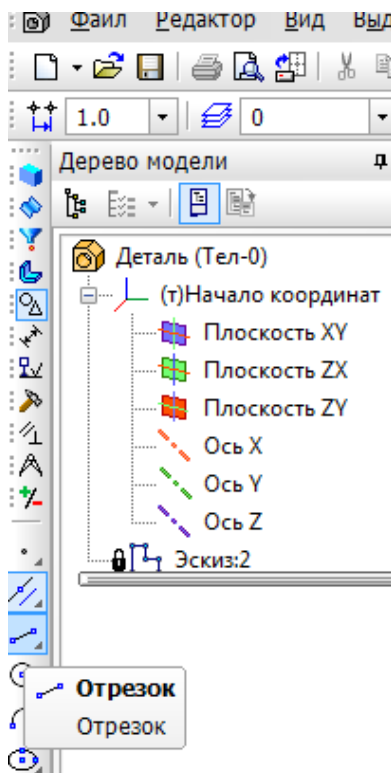


Повторюємо ті самі дії з шириною щодо прямої X, ставимо довжину 46 (92/2).

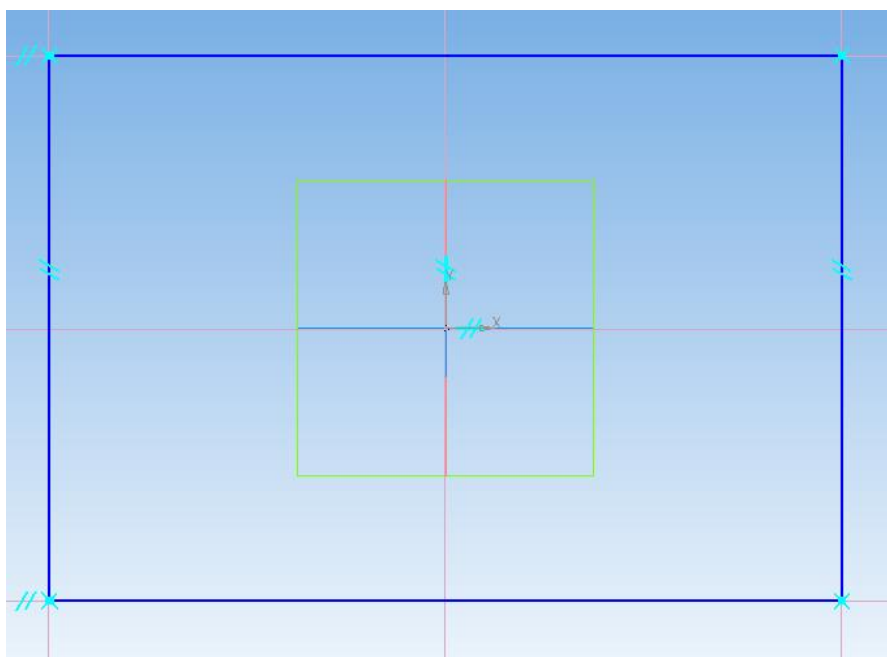
Отримаємо такий квадрат з прямих:



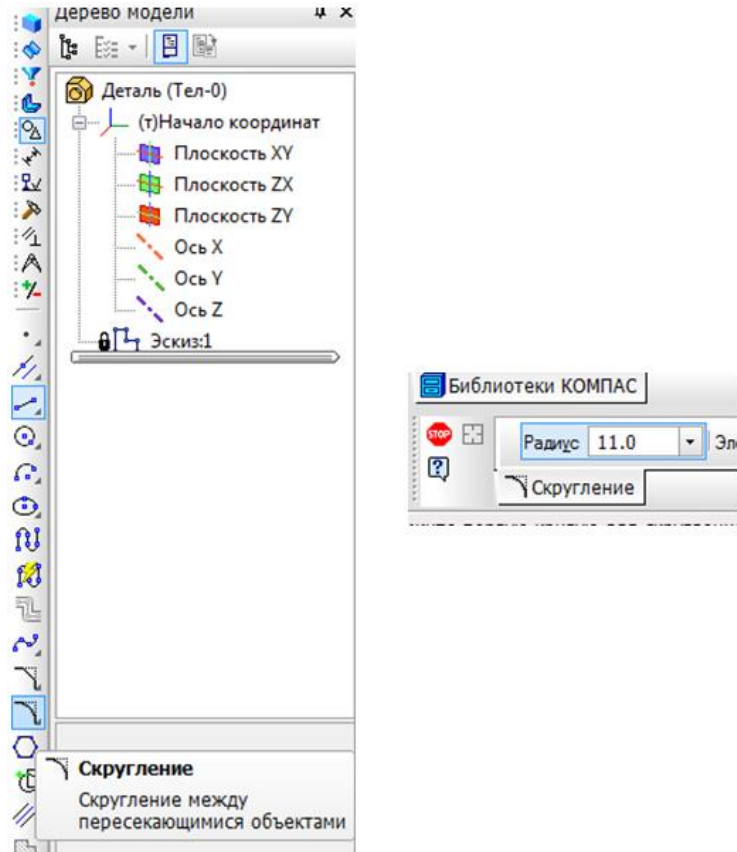
Тепер ми можемо легко провести відрізки за даними прямими, намалювавши даний квадрат. Для цього у розділі **Геометрії** вибираємо інструмент **Відрізок**.



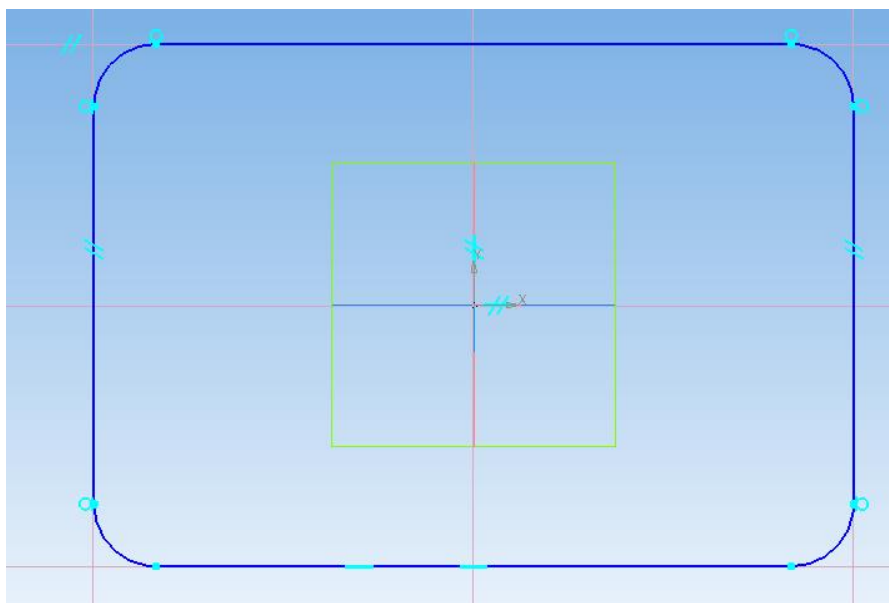
Тепер з будь-якої точки прямої цього квадрата (краще з точки перетину) малюємо квадрат за даними прямими, роблячи його замкнутим:



Кути основи корпусу округлені, тому для цього вибираємо операцію **Скруглення**. Ставимо в значеннях **Радіус: 11**, і по черзі натискаємо на 2 відрізка, між якими хочемо зробити округлення, повторюємо цю дію для всіх 4 кутів, натискаємо **Ctrl + Enter**, щоб зберегти результат в ескізі.



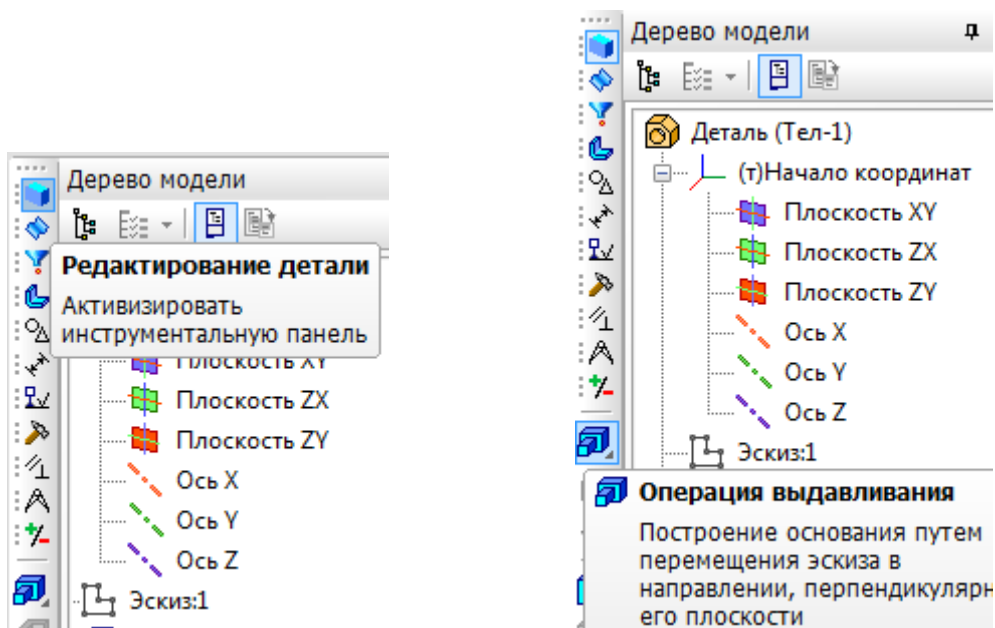
Повинна вийти дана фігура:



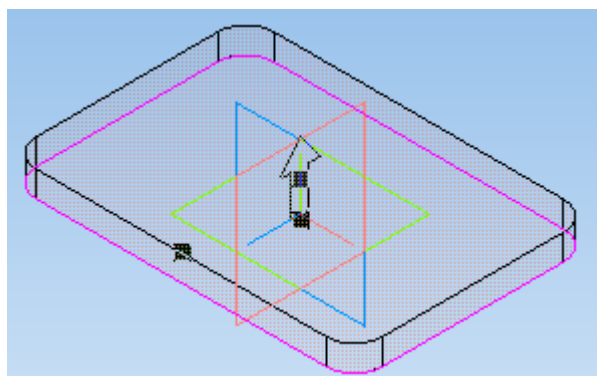
Після цього виходимо з ескізу, натискаючи на **Ескіз**:



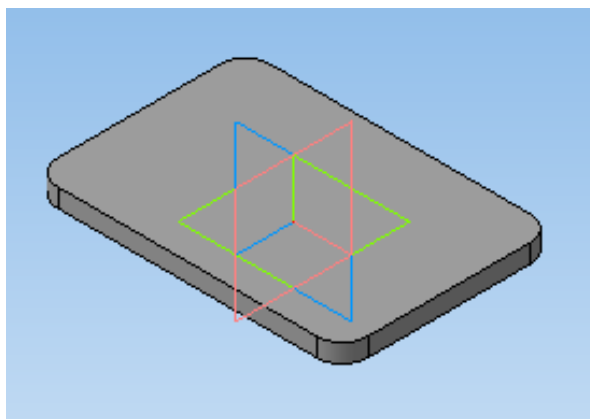
На наступному етапі даний ескіз потрібно **видаввити**, щоб утворити тривимірну модель основи корпусу. Для цього в **Дереві моделі** вибираємо **Редагування деталі**, і після, нижче, **Операція видавлювання**.



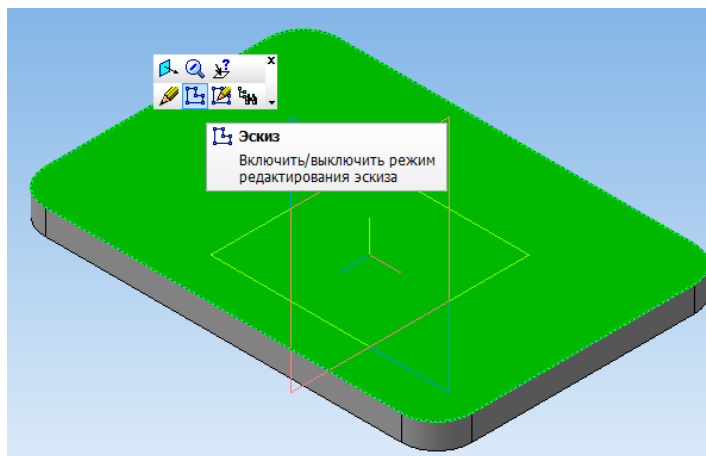
Нарешті, обираємо те, що ми хочемо видавити. Для цього натискаємо на потрібний нам ескіз в **Дереві моделі**, або просто наводимо і натискаємо на потрібну криву в самому просторі. При натисканні отримаємо це:



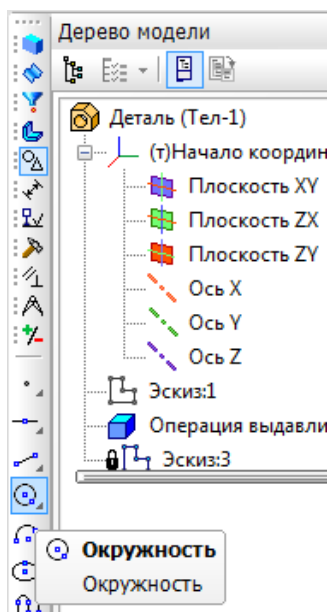
Нижче, в параметрах відстані, виставляємо 8 мм. Зберігаємо, отримуємо готову 3D деталь:



Продовжуємо робити основу. Натискаємо на верхню частину нашої деталі і у віконці, яке висвітлює (або вище), натискаємо **Ескіз**, таким чином будемо малювати його на площині деталі:

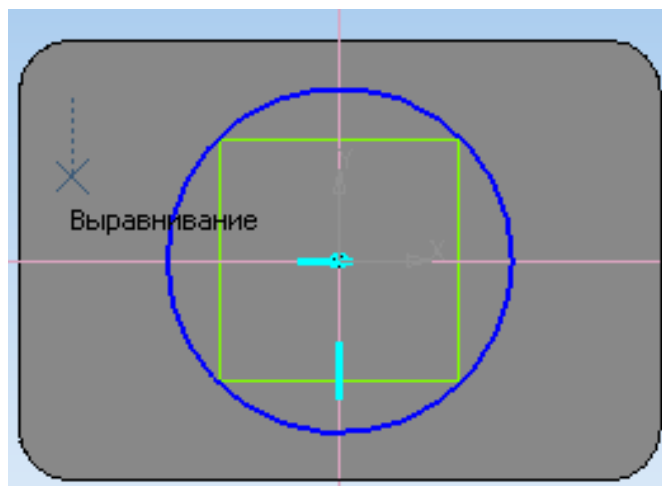


Тепер виставляємо допоміжні прямі на осях, так як будуть будуватися окружності з центру. Після встановлення прямих обираємо в **Геометрії** **Окружність**.

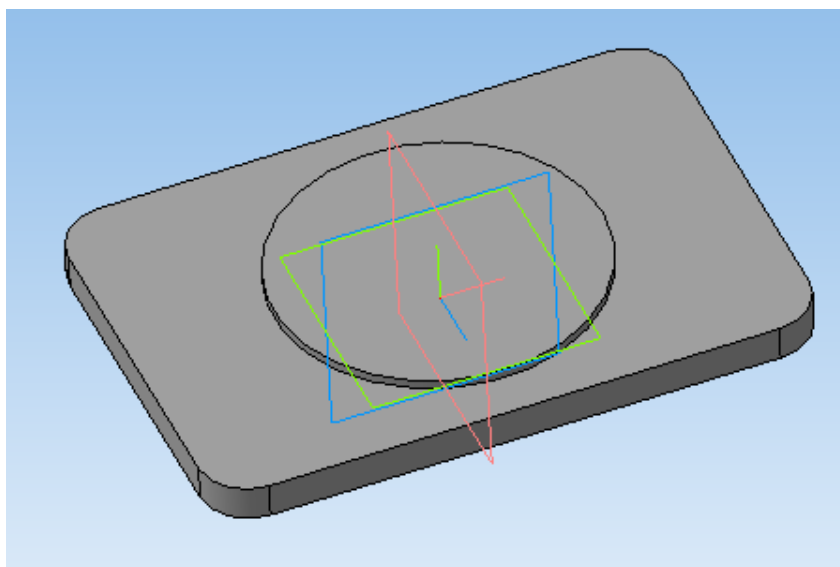




Тепер від центру координат проводимо коло діаметром 72 мм.

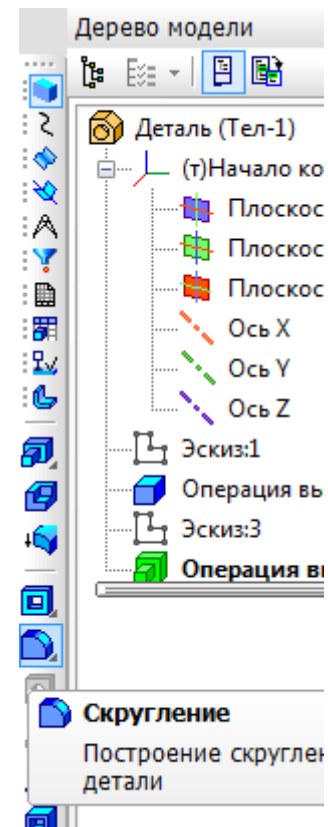
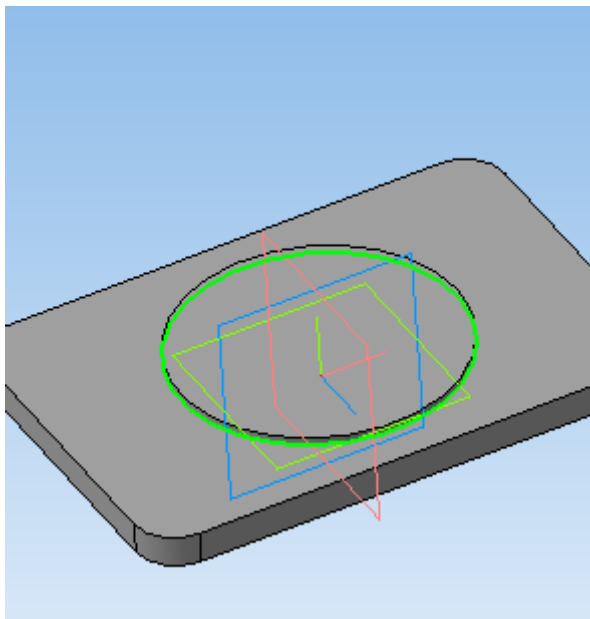


Виходимо з ескізу і знову проводимо **Операцію видавлювання**, виділяємо те, що намалювали, і **видавлюємо** на 2 мм. Отримуємо таке зображення:

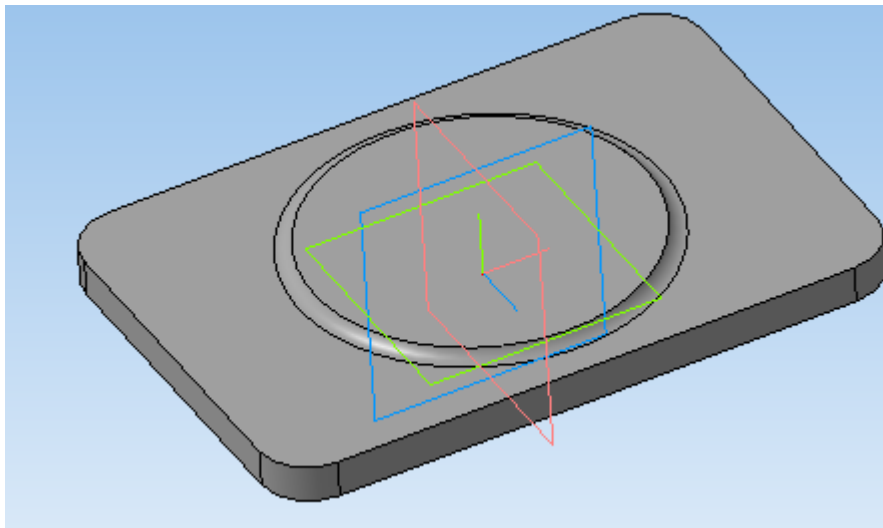


*ПРИМІТКА: якщо в замкнутій кривій існують інші замкнуті криві—операція їх автоматично визначає і робить це отвором у готовій моделі.*

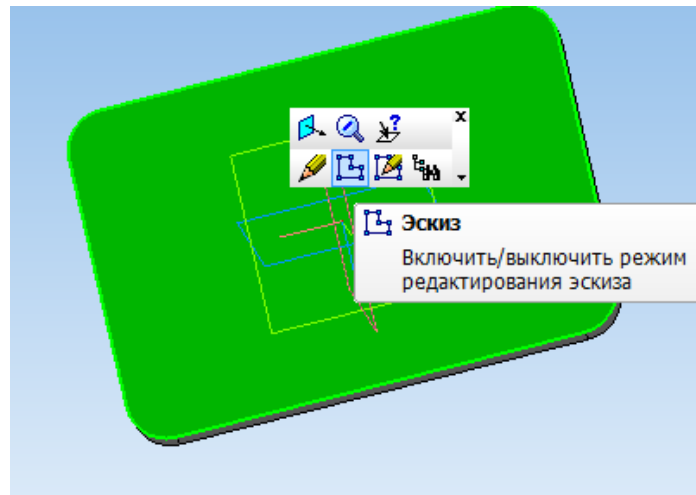
Створимо **Скруглення** між першою деталлю і другою. Для цього натискаємо на потрібне нам ребро і вибираємо операцію **Скруглення** в панелі **Редагування деталі**, зліва:



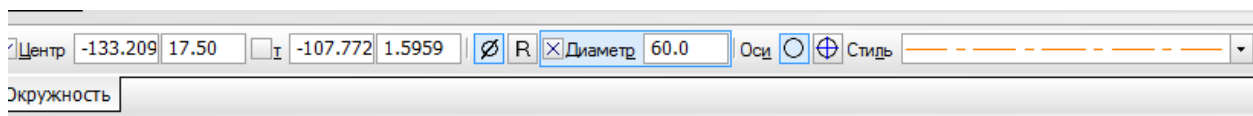
Робимо заокруглення в радіусі на 4 мм. Повинні отримати таке зображення:



Далі, розгортаємо нашу фігуру кругом, щоб виглядала вона знизу, і натискаємо **Ескіз** на її нижній поверхні:

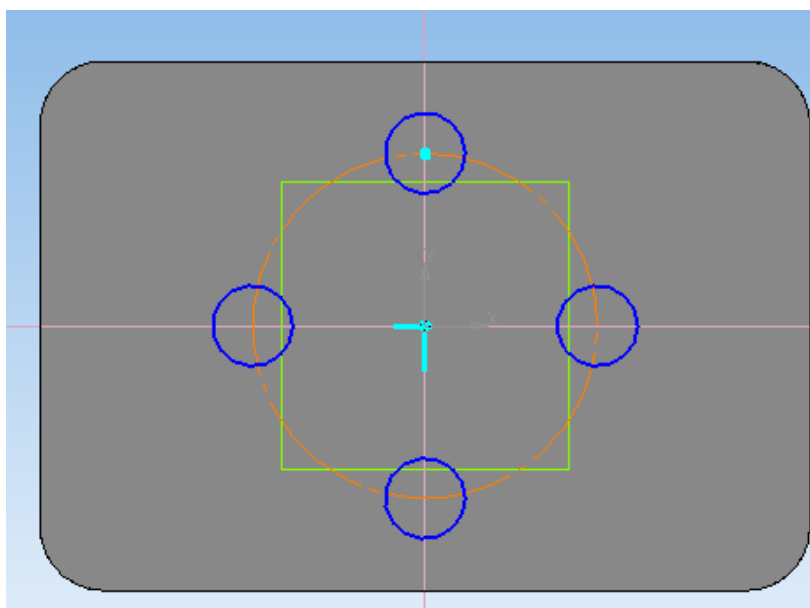


Як і в попередній дії, будуємо допоміжні прямі від центральної точки координат і маюємо **Коло** діаметром 60мм. Це коло потрібно зробити не звичайним стилем, а осьовим, це також можна змінити в параметрах, нижче пункту **Стиль**:

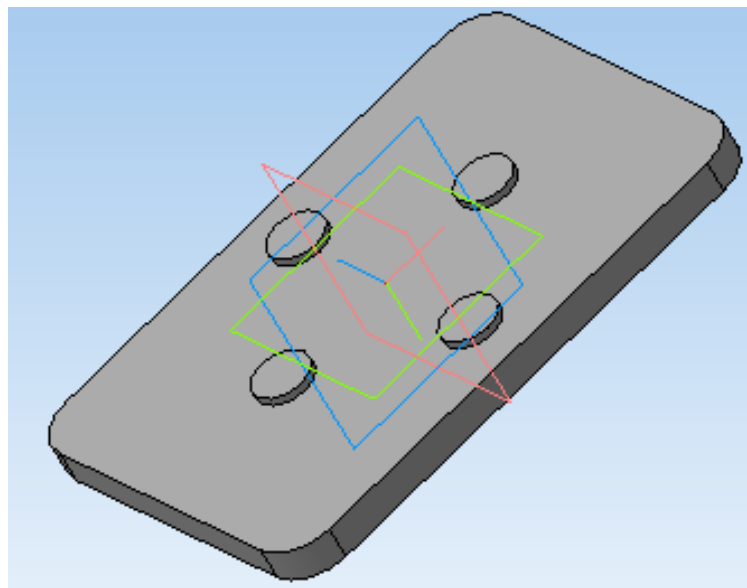


Ці дії можна зробити після малювання окружності, просто натиснувши на неї 2 рази, можливо також відредагувати її параметри (це також можна застосувати до інших інструментів, а не тільки до кола).

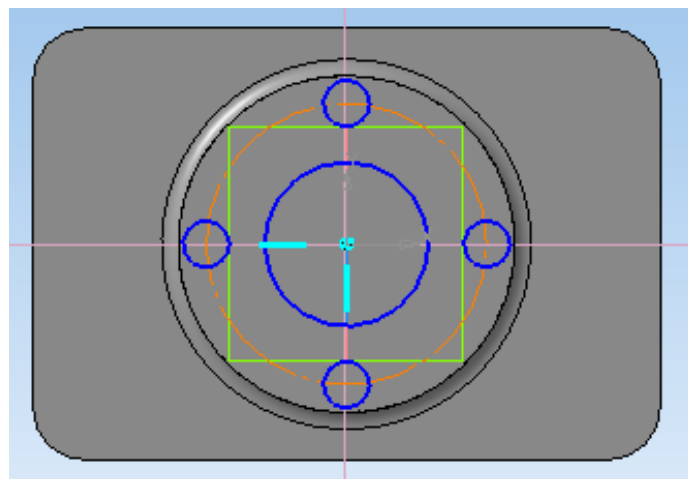
Від точок перетину між цим колом і осьовими прямими, будуємо 4 кола діаметром у 14 мм:



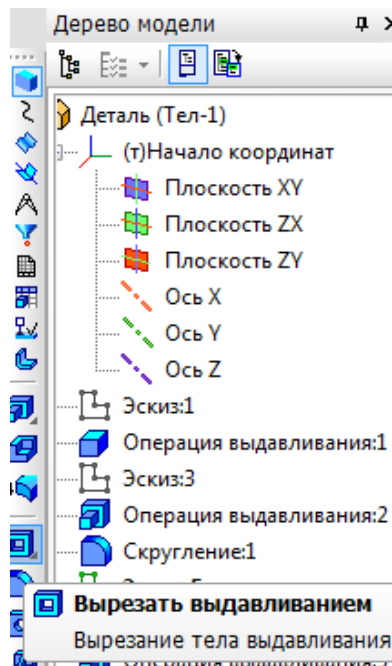
Після попередніх дій, виходимо з ескізу і видавлюємо об'єкт на 2 мм.



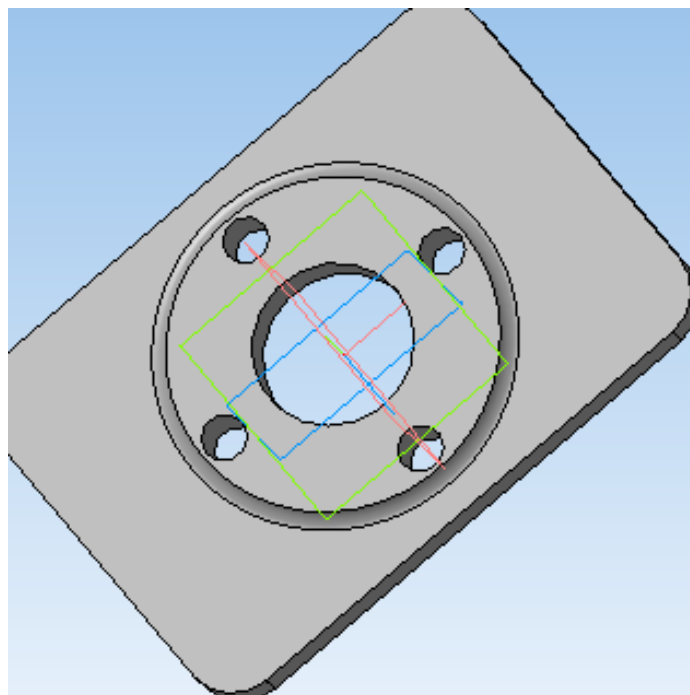
Перевертаємо фігуру назад, і на поверхні видавленого кола знову створюємо **Ескіз**. Від центральної точки малюємо знову таке саме осьове коло діаметром 60 мм і звичайне колу діаметром 35 мм. Як і минулого разу, від точок перетину осьового кола з осьовими прямими малюємо 4 кола, але на цей раз вже діаметром 10 мм:



Для того, щоб зробити отвори цих кіл у нашому корпусі, виділяємо даний ескіз і зліва у розділі **Редагування деталі** вибираємо операцію **Вирізати видавлюванням**.

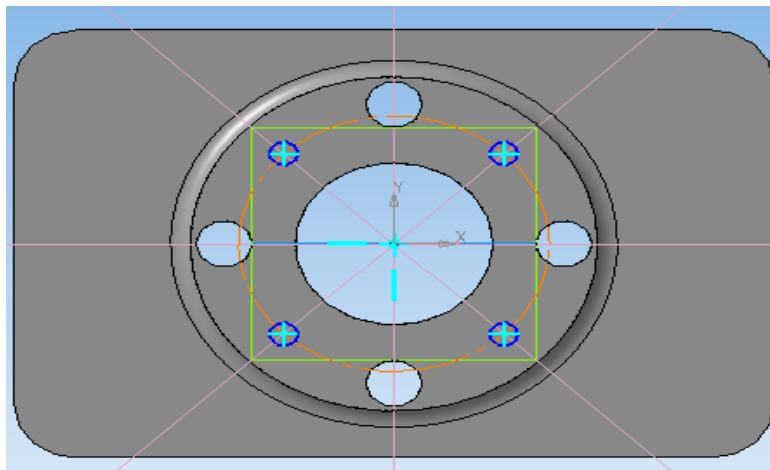


У розділі параметрів підвищуємо відстань до того, щоб воно перевищувало висоту нашого заснування, 20 мм буде досить. Зберігаємо дану дію **Ctrl + Enter**.

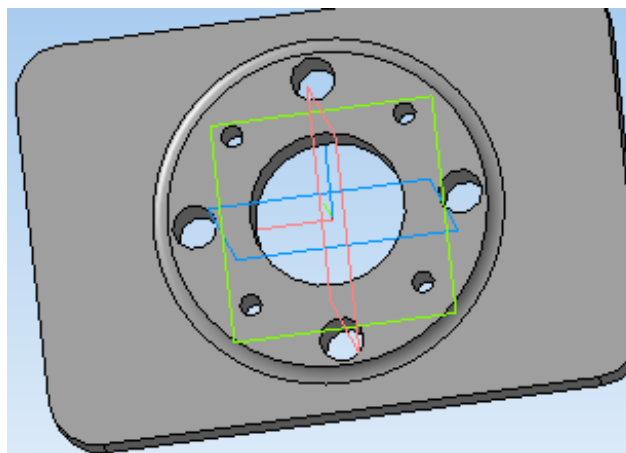


*ПРИМІТКА: в параметрах даної операції можна вибрати видавлювання в обидві сторони і задавати кожній стороні свою відстань.*

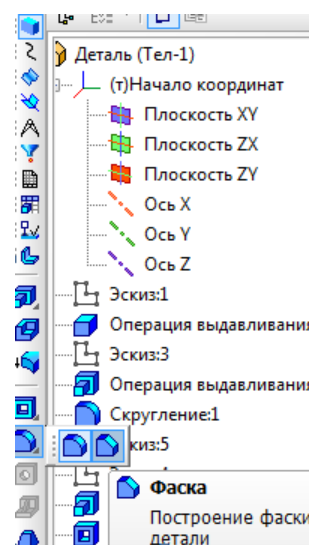
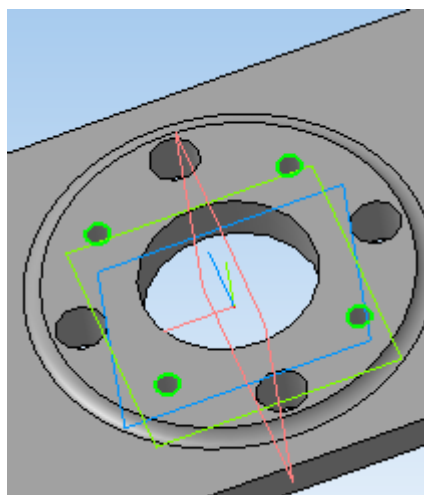
Далі знову задаємо ескіз на поверхні видавленої окружності, і від центру координат будуюмо **Допоміжну пряму** з кутом  $45^\circ$  і  $135^\circ$ , кут прямої можна вказати в параметрах при її розміщенні. Робимо осьове коло діаметром 55мм., і на перетині прямих з цим колом, робимо нові – діаметром у 5 мм:



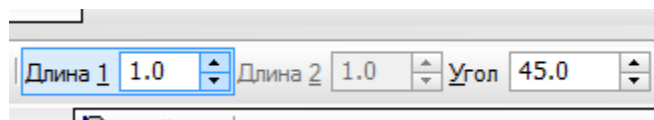
Виходимо з **Ескізу**, і за допомогою операції **Вирізання видавлюванням**, знову робимо отвори через увесь корпус:



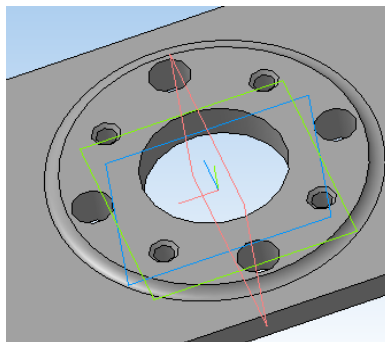
Тепер потрібно зробити фаски в цих 4х отворах, для цього виділяємо ці 4 ребра по черзі через **Ctrl** і вибираємо зліва там де операція округлення, операцію **Фаска**:



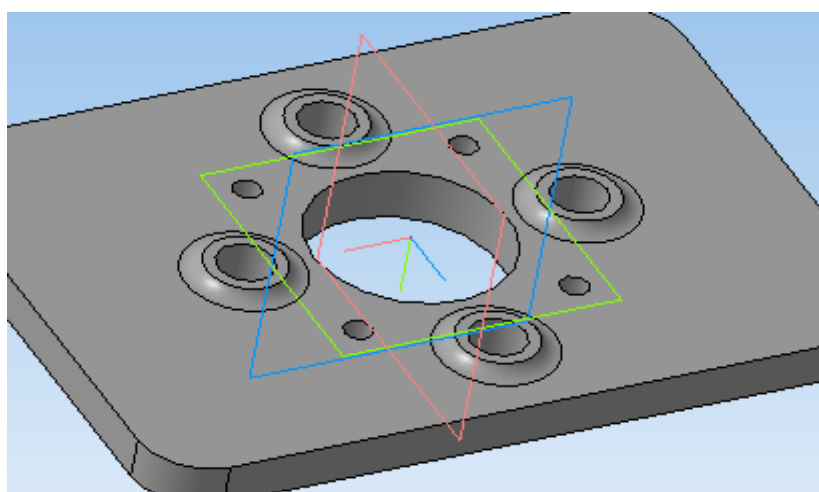
У параметрах операції, вводимо довжину 1 на 45 і зберігаємо.



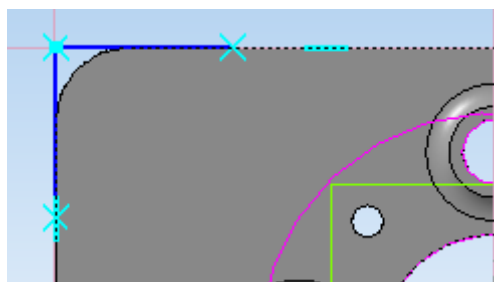
У підсумку отримуємо:



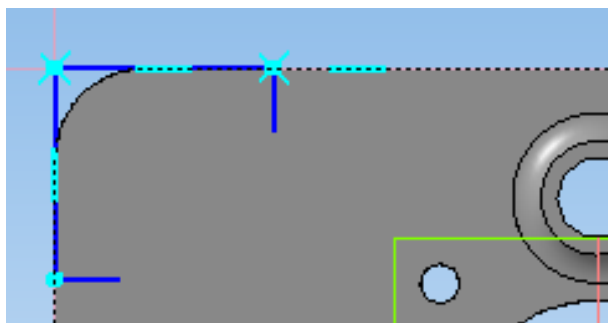
Перевертаємо деталь і на ребрах між основою і опуклими колами робимо **Скруглення** радіусом у 4 мм:



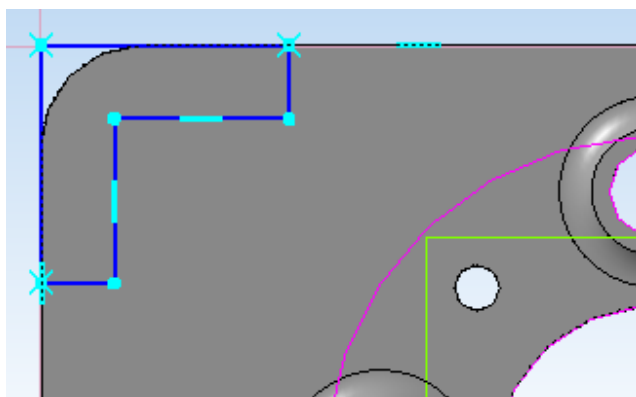
Далі робимо ноги для основи. На цій самій поверхні деталі створюємо **Ескіз** і проводимо прямі по її гранях. Потім від самої крайньої кутової точки перетину (там де через скруглення – деталі немає) проводимо відрізки, щодо довжини основи – 27 мм, а ширини – 26 мм.



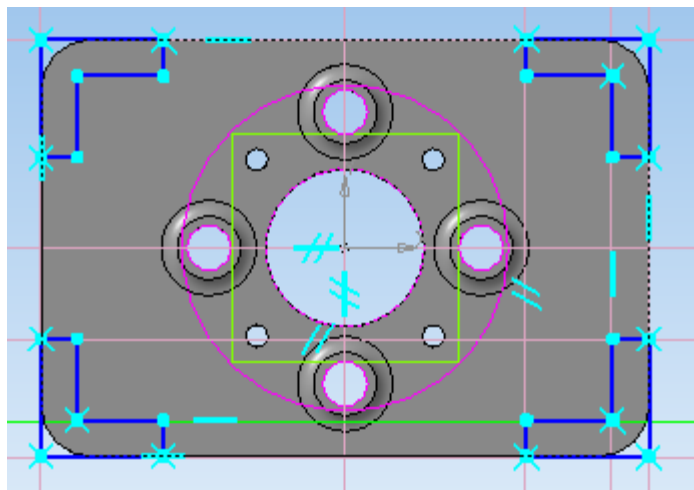
Від кожного кінця відрізка будуюмо ще перпендикулярні їм 2 відрізка довжиною 8 мм:



На наступному етапі просто з'єднаємо їх прямими відрізками:

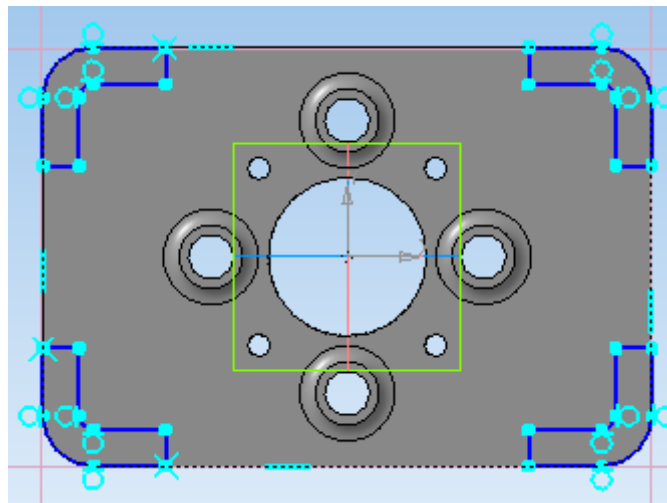


Так повторюємо для кожного кута деталі:

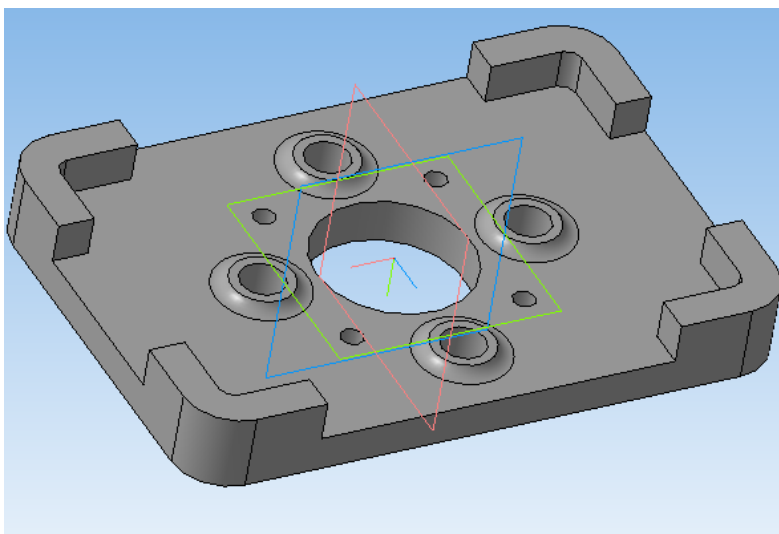




Далі робимо зовнішні **Скруглення**, такі як біля основи, радіусом у 11 мм, і внутрішні **Скруглення**, радіусом у 3 мм:

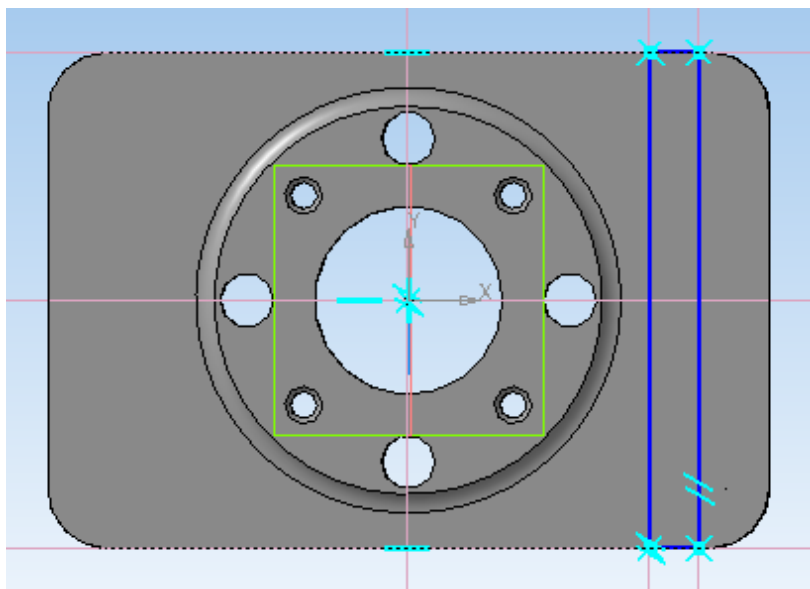


Виходимо з ескізу і **Видавлюємо** це все на 9 мм. В результаті отримуємо готову основу для нашого корпусу:

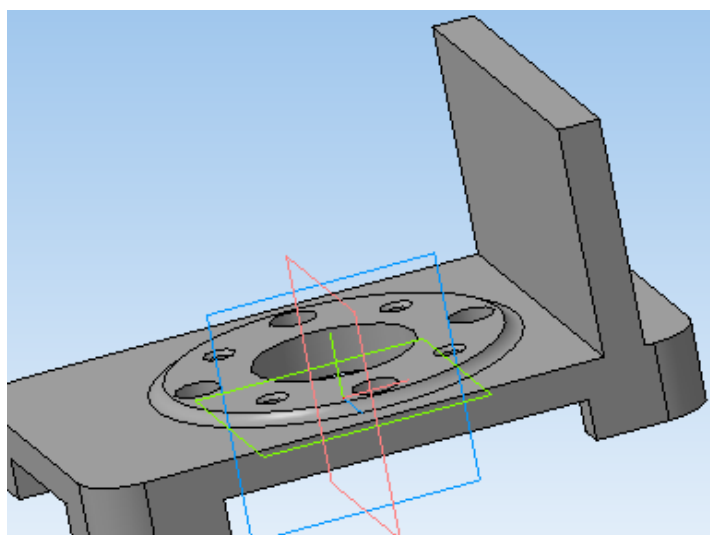


### 3.2. Праве крило корпусу

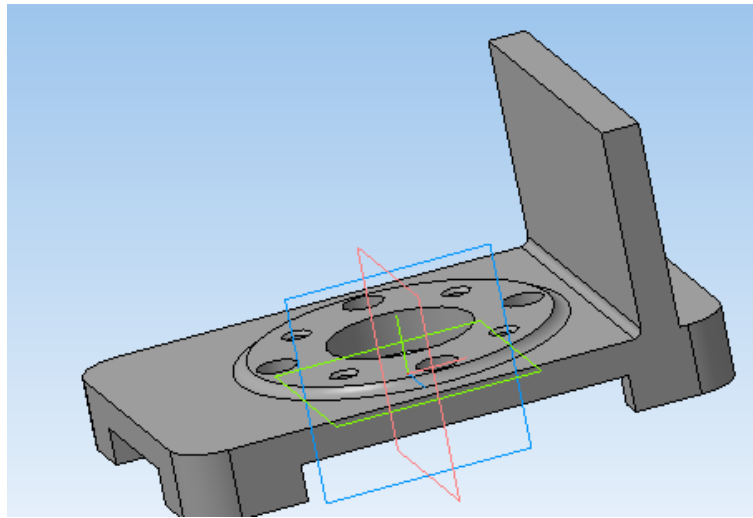
Перевертаємо деталь і на основі пласкої частини корпусу створюємо **Ескіз**, щоб зробити основу для крила. Від центральної осьової лінії проводимо паралельну їй лінію вправо, на відстань від неї у 45 мм. І від цієї ж отриманої лінії створюємо таку ж паралельну їй лінію на відстань у 9 мм. Після чого, за допомогою **Відрізка**, малюємо прямокутник відносно основи корпусу.



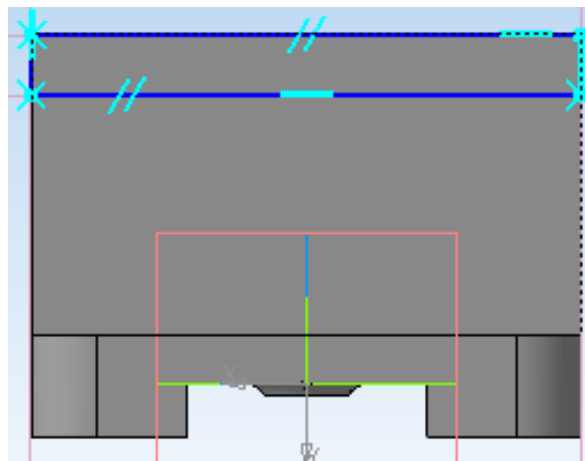
Виходимо з ескізу, і, застосовуючи **Операцію видавлювання**, видавлюємо даний прямокутник вгору на 50 мм.



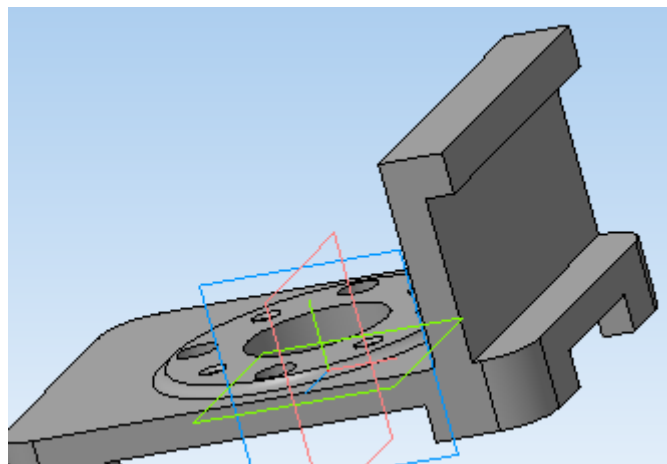
Робимо **Скруглення** в радіусі 2 мм у внутрішній частині цього прямокутника.



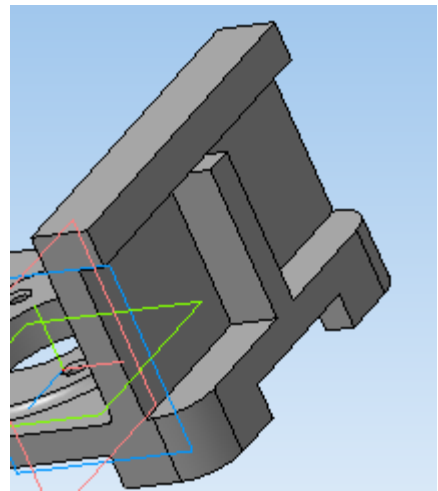
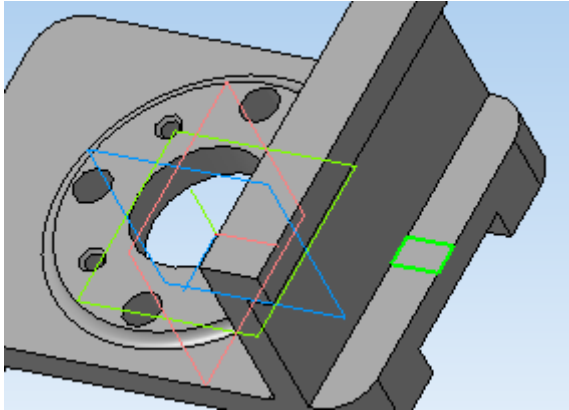
На зовнішній частині цього крила створюємо **Ескіз** і малюємо паралельну лінію від верхньої її частини вниз на 10 мм. Малюємо прямокутник відносно основи цього крила.



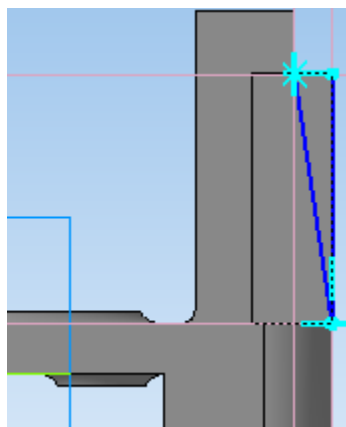
Виходимо з ескизу, і за допомогою **Операції видавлювання**, видавлюємо даний прямокутник на 7 мм.



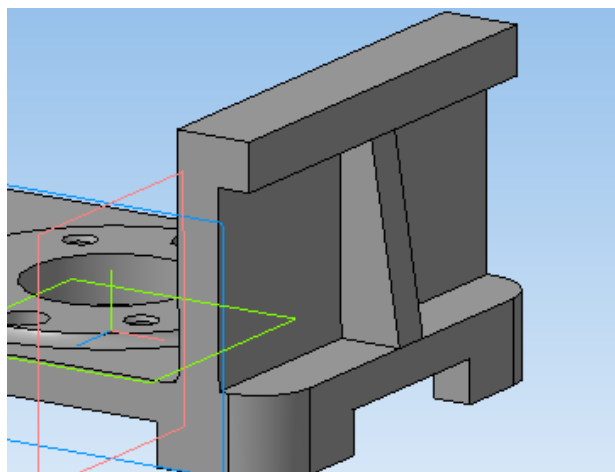
Створюємо **Ескіз** на основі корпусу, і проводимо вертикальну осьову лінію. Відносно неї робимо 2 паралельних їй лінії у сторону потрібного нам крила на відстань у 54 мм і 67 мм. Тепер створюємо горизонтальну осьову лінію, і від неї в обидві сторони створюємо паралельні прямі на відстань у 4 мм. В отриманому результаті малюємо прямокутник і **Видавлюємо** його вгору на 40 мм.



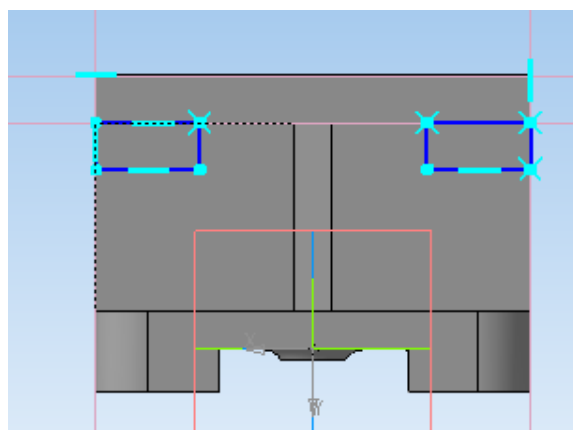
Тепер потрібно обрізати цей об'єкт. На бічній його частині створюємо **Ескіз**, обводимо його **Допоміжними прямими** лініями і робимо вертикальну лінію у центрі цього об'єкта (ребро верхньої частини крила). Від верхньої точки в центрі об'єкта проводимо діагональну пряму в правий нижній кут, і далі обводимо наш об'єкт праворуч відносно діагональної лінії для подальшого **Вирізання**.



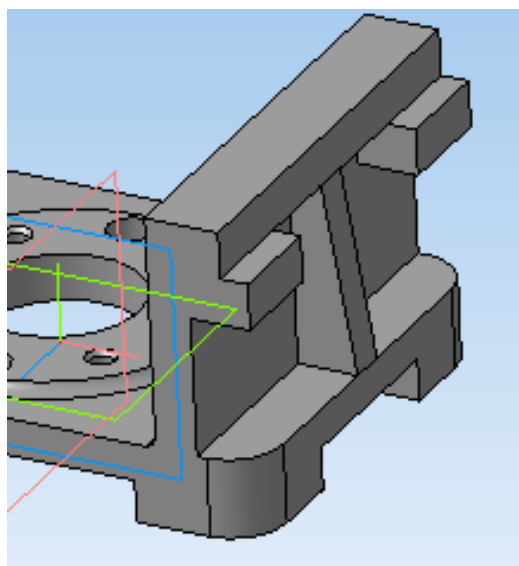
Виділяємо наш ескіз за допомогою операції **Вирізати видавлюванням**, і видаляємо потрібну нам частину.



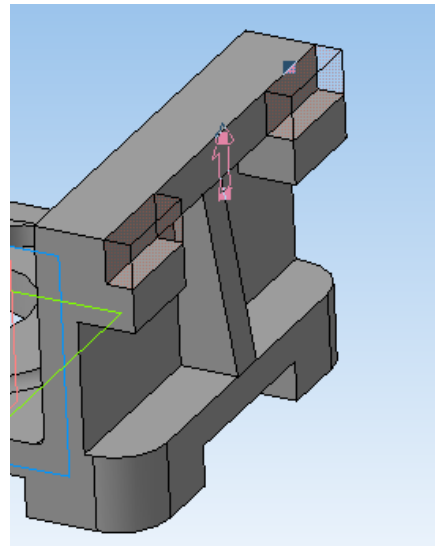
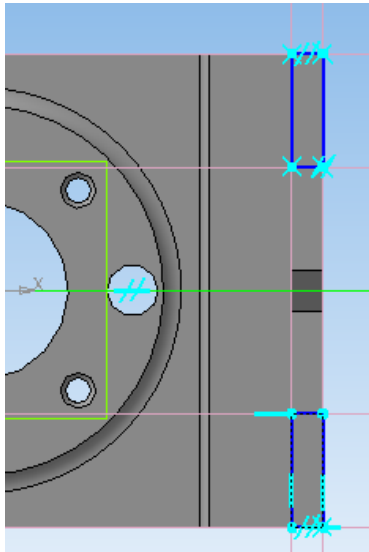
Для наступного кроку заходимо в **Ескіз** зовнішньої частини основи крила. Обводимо межі цієї поверхні допоміжними лініями з боків та зверху. З кута малюємо **Відрізок** вниз на 10 мм, і від цієї точки ведемо лінію вправо на 22 мм. Таким чином далі створюємо новий прямокутник. Потім робимо другий прямокутник з іншого.



Далі **Видавлюємо** цю форму на 13 мм.

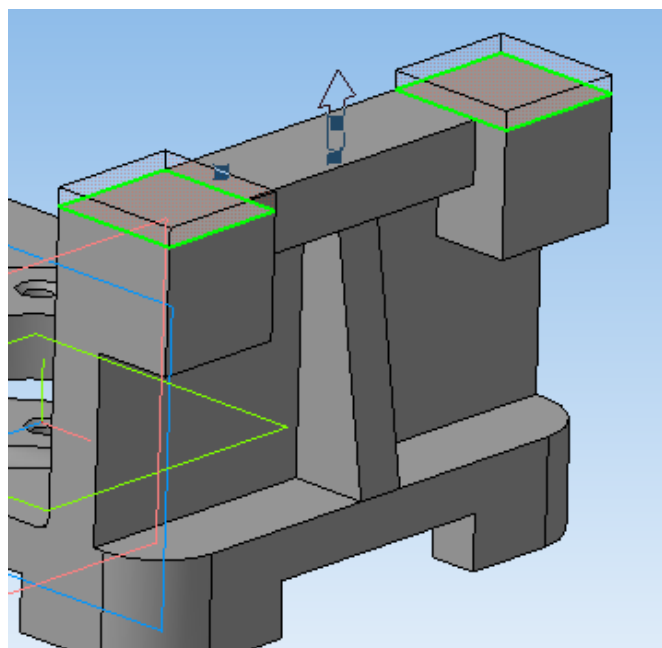
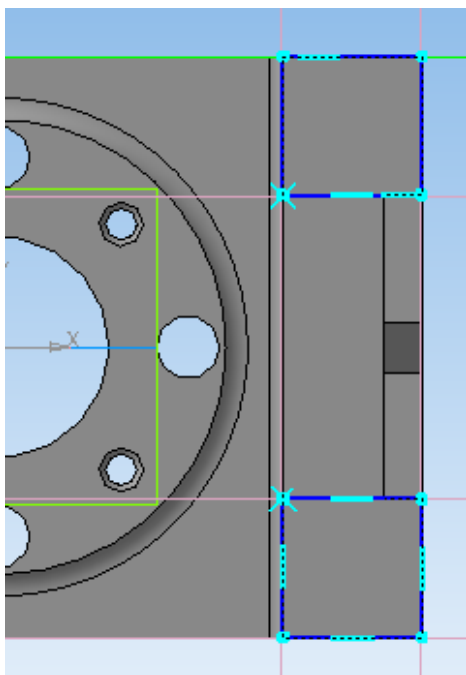


Тепер потрібно заповнити порожнечу. Для цього створюємо **Ескіз** зверху на створених об'єктах. Спочатку **Прямыми**, а потім **Відрізками** обводимо та малюємо прямокутник за його контурами і **Видавлюємо** вгору на 10 мм.

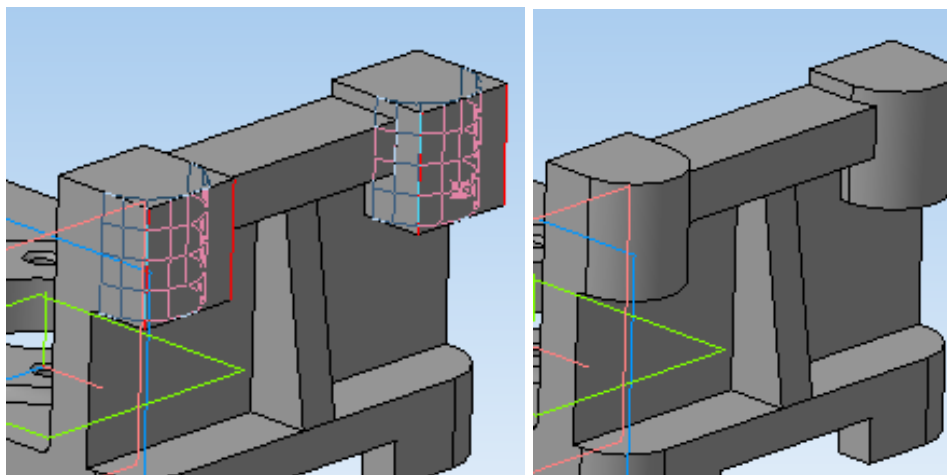


*ПРИМІТКА: У тому випадку, якщо б у кроці 42 ми оразу створили потрібного розміру прямокутники і видавили їх, то тим самим утворили б зайві ребра в об'єкті, які могли перешкодити. Намагайтеся уникати таких моментів заздалегідь.*

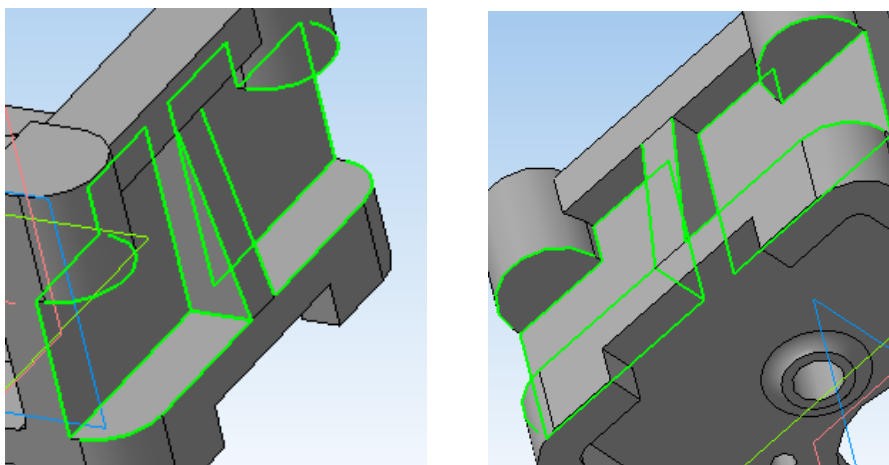
Для того, щоб збільшити висоту наших квадратів, заходимо в **Ескіз** верхньої частини крила, обводимо **Прямыми**, замальовуємо **Відрізками** і тепер **Видавлюємо** ескіз на 3 мм вгору.



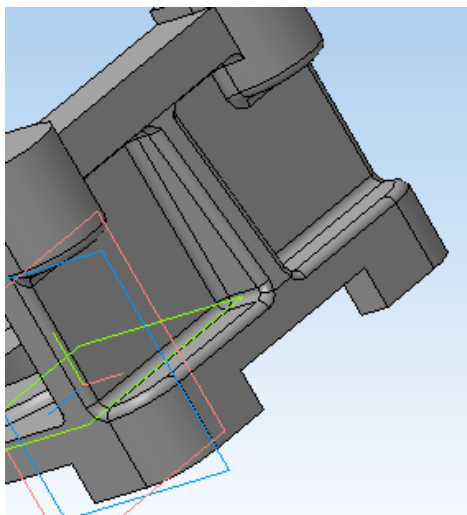
Скругляємо зовнішні бічні 4 ребра отриманих об'єктів радіусом в 11 мм.



Праве крило майже готове, залишилось додати гладкості нашому крилу, **Скругливши** практично всі зовнішні ребра. Для цього виділяємо через **Ctrl** потрібні нам ребра



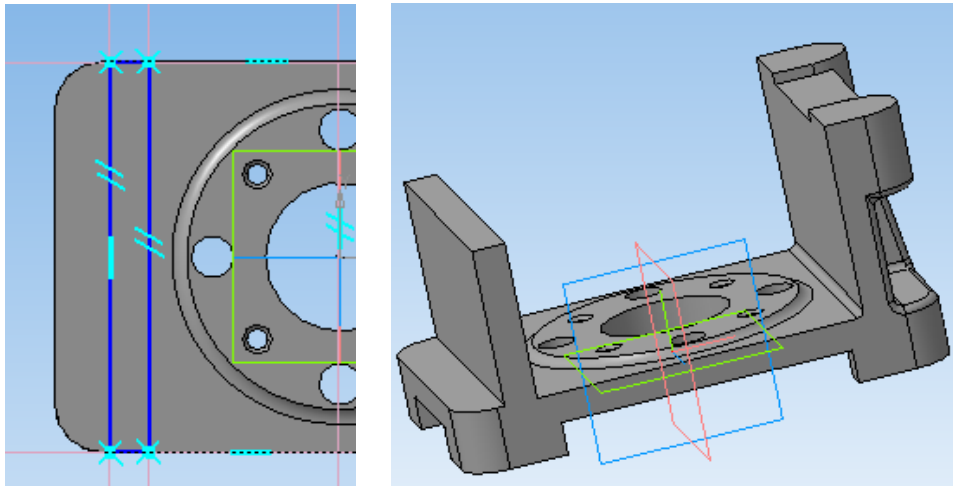
**Скруглимо** їх на 2 мм. Повинно вийти приблизно наступне:



*ПРИМІТКА: Скруглити усі ребра однією операцією може не вийти, тому що деякі з них можуть конфліктувати один з одним. Намагайтесь скруглювати ребра окремо або якоюсь комбінацією, щоб надалі між ними теж можна було зробити округлення.*

### 3.3 Ліве крило корпусу

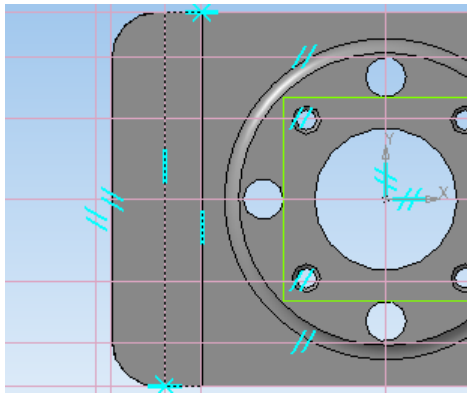
На основній пласкій частині корпусу створюємо **Ескіз**, як у кроці 34, для того, щоб зробити основу для другого нашого крила. Від центральної осьової лінії проводимо паралельну їй лінію вліво, на відстань від неї у 45 мм, а від цієї ж створеної лінії створюємо таку ж паралельну їй лінію на відстань у 9 мм, а після цього за допомогою **Відрізка** малюємо прямокутник відносно основи корпусу і **Видавлємо** на 43 мм.



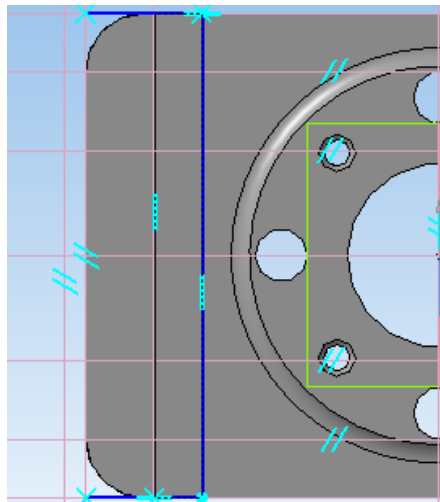
На верхівці нашого крила створюємо Ескіз і малюємо верхню форму нашого крила.

Для цього спочатку обводимо **Прямыми** наше крило, а потім проводимо горизонтальну осьову пряму від центру корпусу (основи). Від неї в обидві сторони малюємо по 2 паралельні лінії відстанню у 20 мм та 35 мм. Після цього робимо вертикальну осьову лінію, і від неї, в сторону нашого крила, проводимо також 2 паралельні лінії відстанню у 67 мм (межа нашої основи корпусу) та 71 мм.

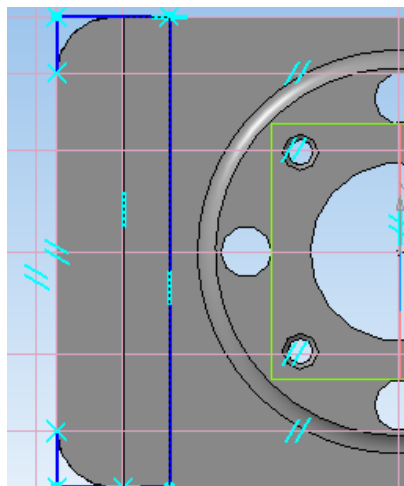




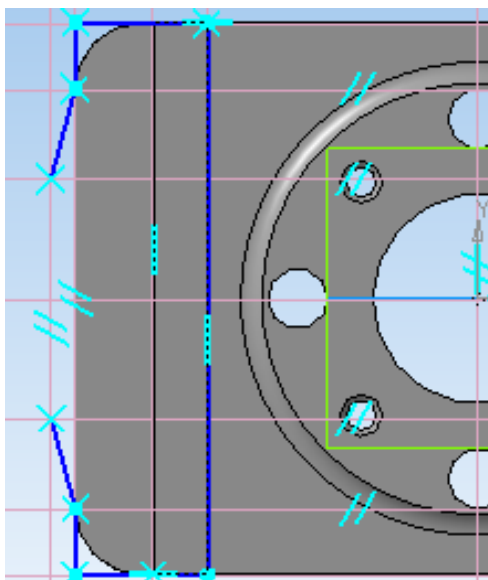
Починаємо проводити **Відрізки**. Малюємо внутрішню частину крила, від краю проводимо горизонтальний відрізок по прямій на 22 мм і зверху, і знизу.



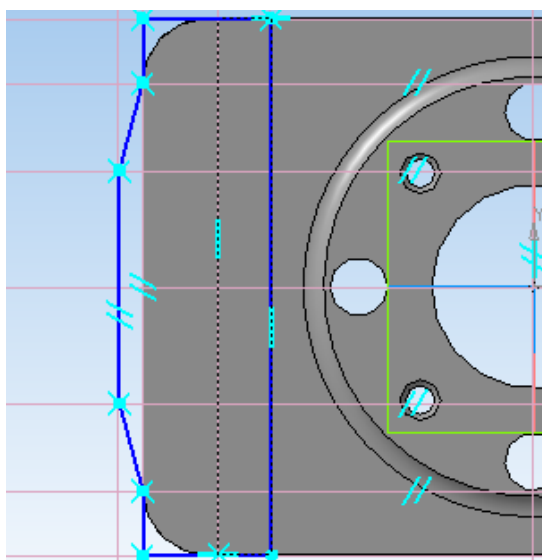
Далі вертикально проводимо лінію вниз (вгору) на 11 мм по прямій



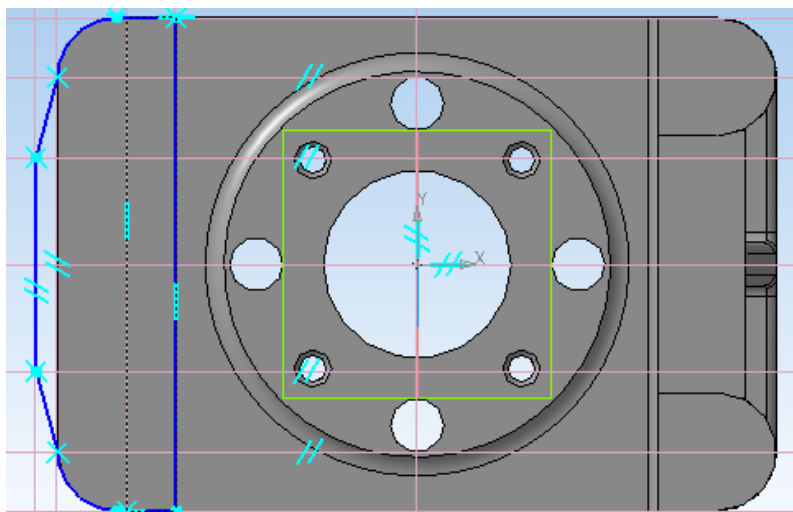
Тепер проводимо відрізок по діагоналі відносно дальньої прямої до наступної точки перетину (з обох сторін).



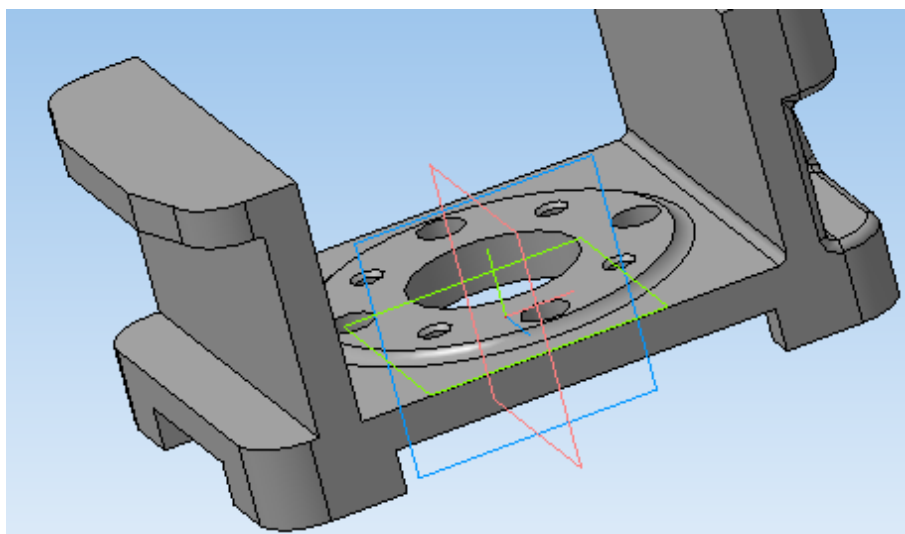
Тепер з'єднуємо їх в одну фігуру.



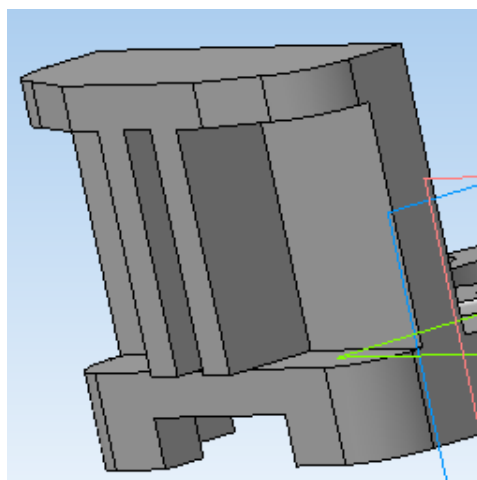
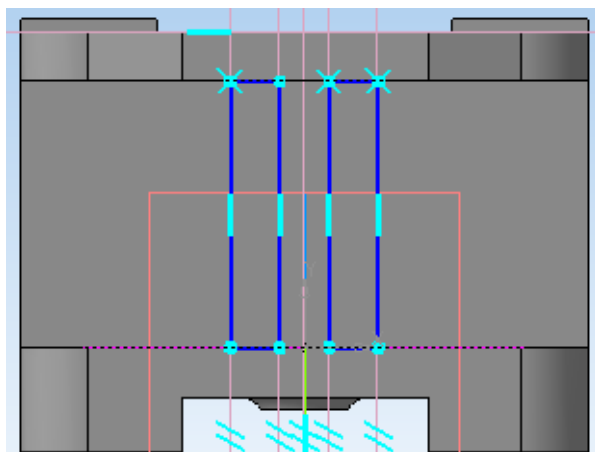
Перші зовнішні кути округляємо у радіусі на 11мм.



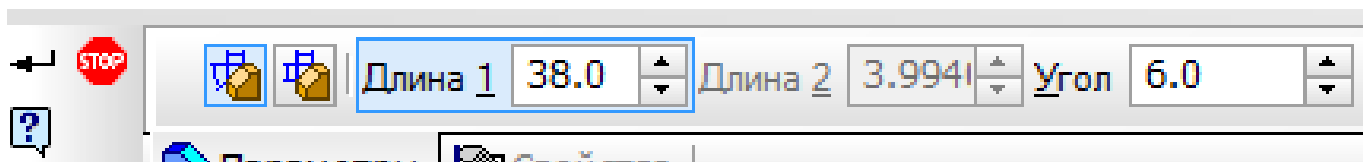
Виходимо з ескізу і **Видавлюємо** його на 10 мм вгору.



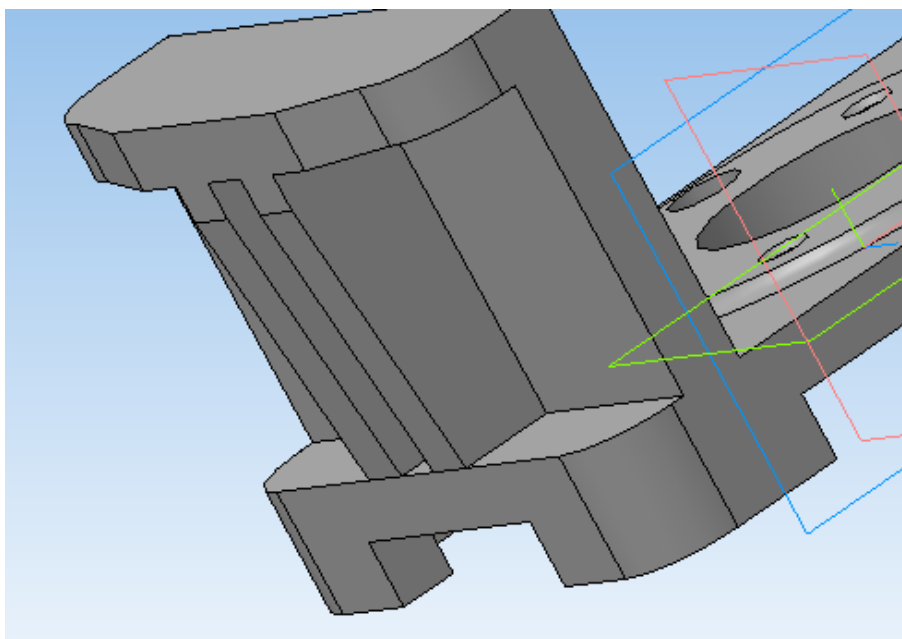
Створюємо **Ескіз** на зовнішній частині основи нашого крила. Від центру проводимо 2 паралельні **Прямі** в обидві сторони відстанню у 4 мм та 12 мм. Креслимо горизонтальні прямі по ребрах нашої основи (до опуклостей) і малюємо 2 паралельних прямокутника, після чого **Видавлюємо** їх назовні на 17 мм.



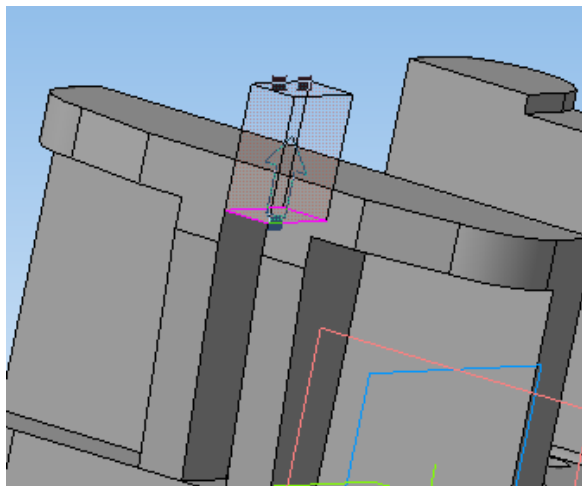
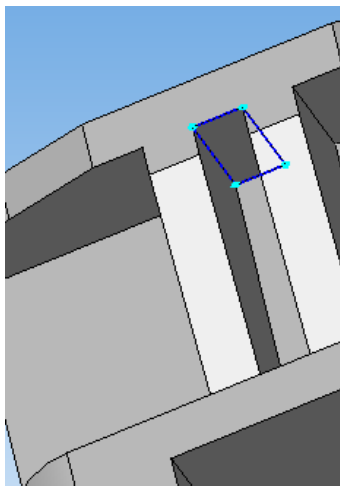
Для того, щоб прибрати опуклу частину, можна вирізати, як минулого разу в правому крилі, але можна іншим засобом, зробити фаску на опуклому ребрі. Вибираємо **Фаску**, виділяємо потрібні нам ребра і ставимо наступні параметри: (Довжину: 38 та Кут: 6)



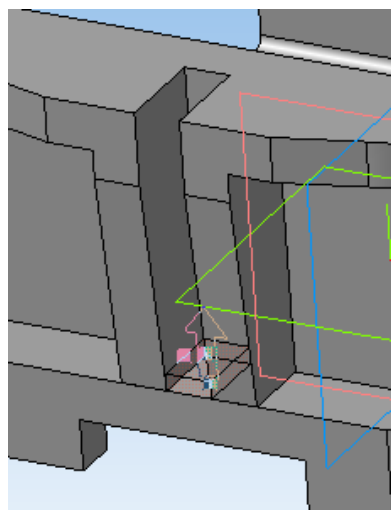
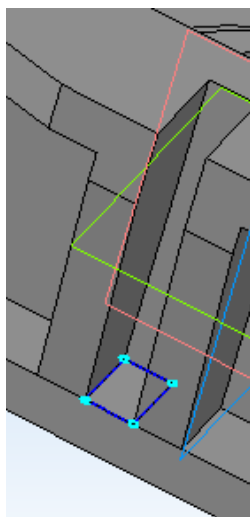
Повинні отримати акуратний перехід.



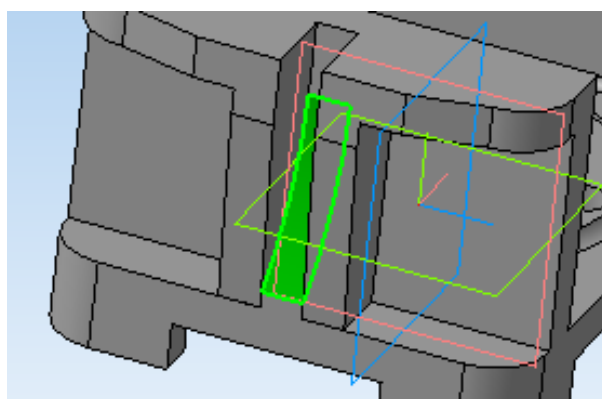
Між створеними об'єктами повинен бути отвір у верхній частині крила. Для цього, щоб було швидше і легше обводити потрібні нам межі, створюємо **Ескіз** верхньої частині крила знизу. Обводимо потрібні межі, виходимо з ескізу і **Вирізаємо** видавллюванням.



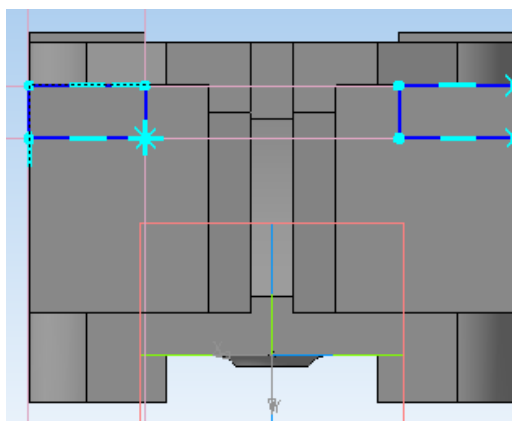
Малюємо такий самий прямокутник між цими об'єктами, але тепер по всій основі його площі. **Видавлюємо** його на 4 мм вгору.



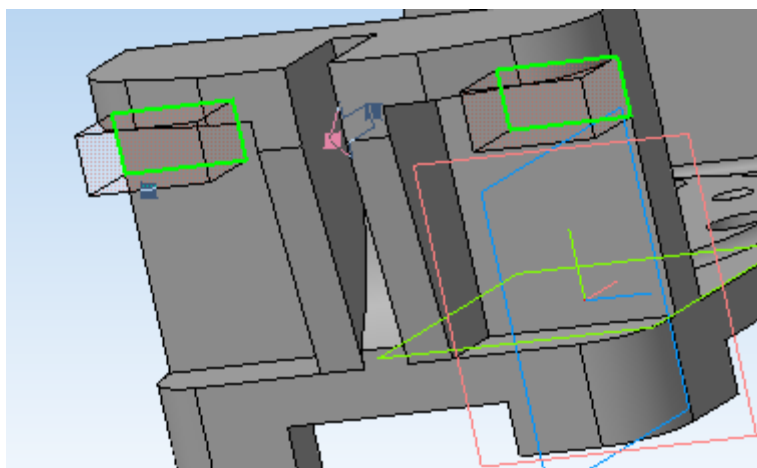
Необхідно округлити внутрішню частину. Для цього обираємо операцію **Скруглення** і натискаємо на внутрішнє ребро між 2 об'єктами та задаємо радіус заокруглення 50 мм. Має вийти таким чином:



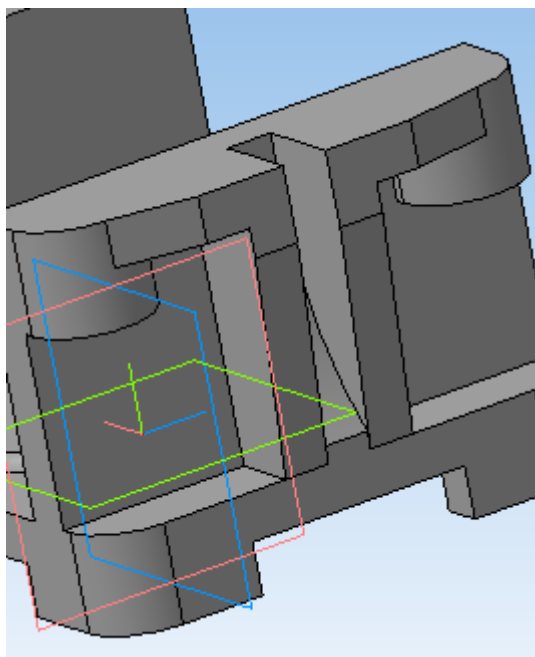
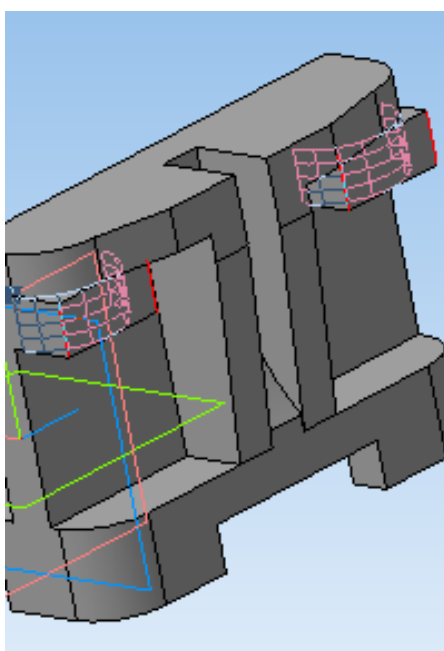
Створюємо **Ескіз** на зовнішній частині основи крила. Робимо розмітку прямими по її гранях, і від лівого верхнього кута малюємо **Відрізок** вниз на 10 мм, а від цієї точки проводимо лінію вправо на 22 мм. Таким чином, далі створюємо новий прямокутник. Потім створюємо другий прямокутник з іншої верхньої частини крила.



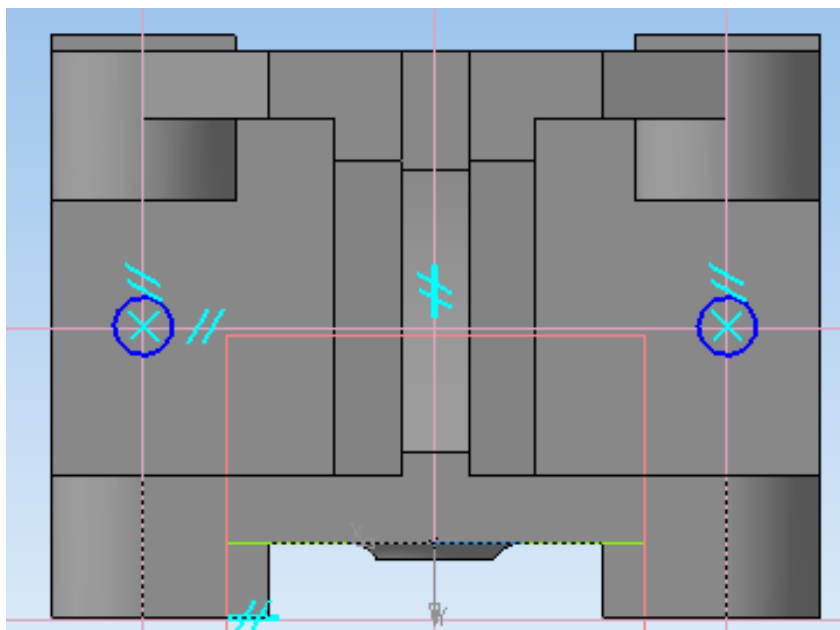
Видавлюємо ці фігури на 13 мм.



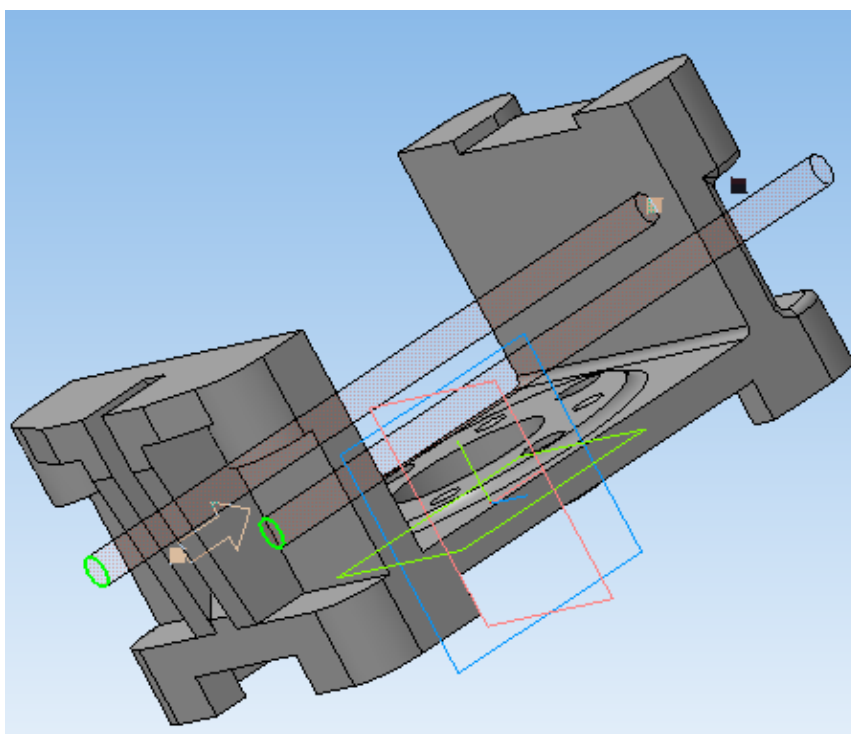
Після цього **Скругляємо** зовнішні 4 ребра створених об'єктів у радіусі на 11 мм.



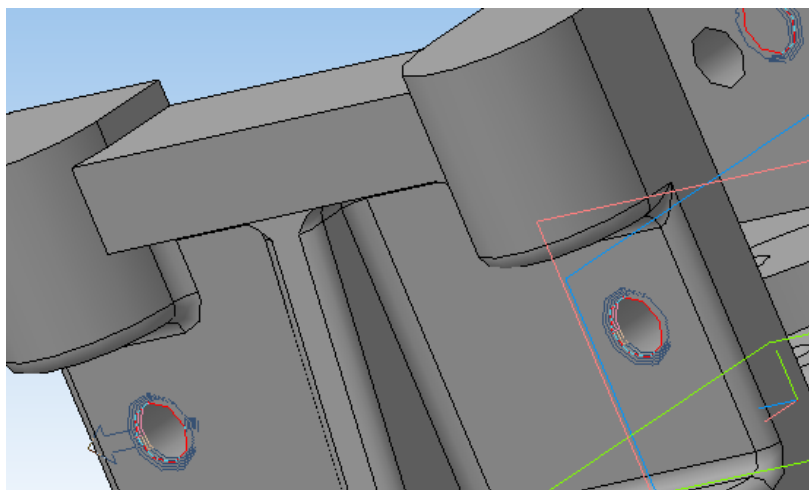
Тепер побудуємо наскрізні отвори в лівому та правому крилі. Для цього створюємо **Ескіз** з бічної частини основи (з боку крила), малюємо центральну вертикальну допоміжну пряму і від неї створюємо **Паралельні прямі** в обидві сторони, відстанню у 35 мм. Малюємо горизонтальну пряму на найнижчій грані самого корпусу (основи) і від неї проводимо паралельну пряму вгору також на 35 мм. На точці 2-х перетинів малюємо **Окружність** діаметром 7 мм.



Виходимо з ескізу та **Вирізаємо видавлюванням** крізь 2 крила.

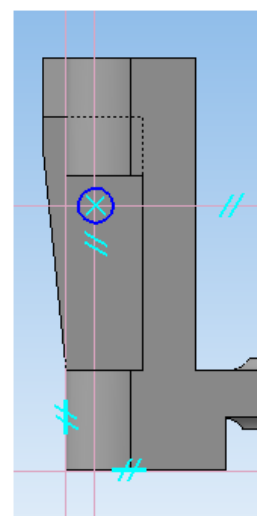
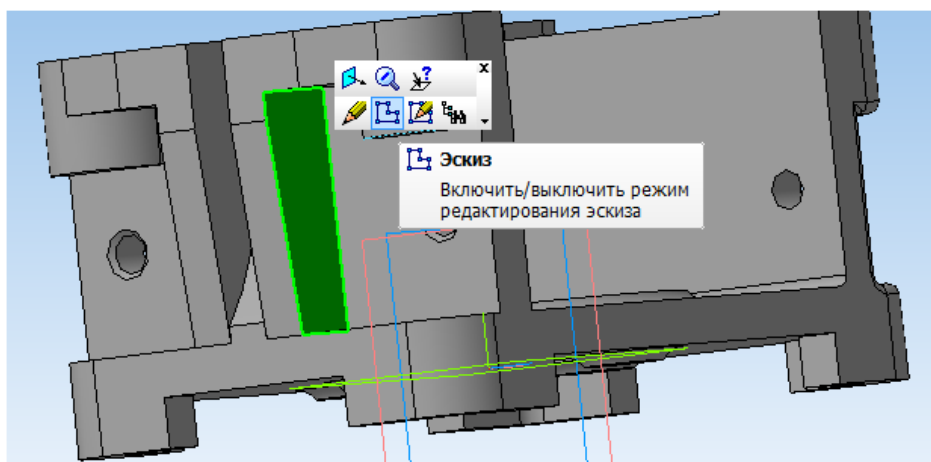


В отворах, що з'явилися, вибираємо 4 грані на обох крилах, що виходять назовні корпусу, і робимо **Фаску** довжиною 1 мм на 45.



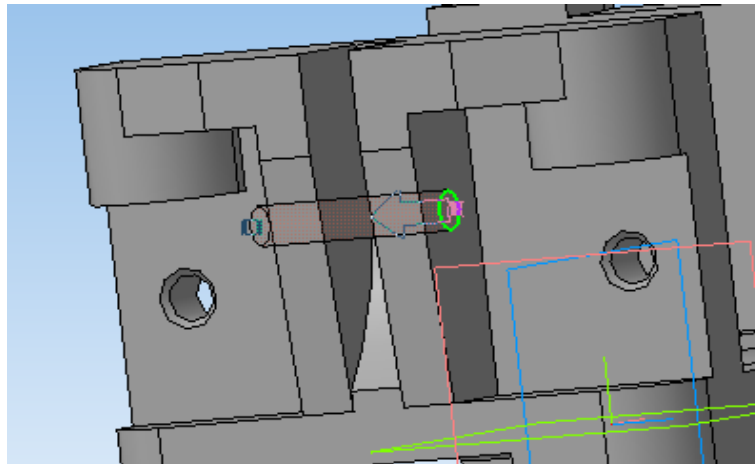
Тепер необхідно зробити наскрізний отвір на паралельних об'єктах. Для цього створюємо **Ескіз** на зовнішній стороні будь-якого з 2х об'єктів, і від самої нижньої межі всього корпусу проводимо **Паралельну пряму** вгору на відстань 45 мм.

Від краю самого заснування проводимо всередину паралельну вертикальну пряму на 5мм. У точці перетину малюємо **Окружність** діаметром у 6 мм.

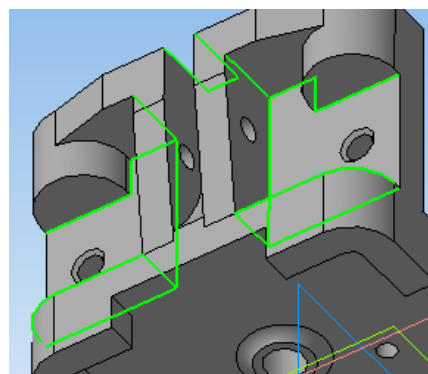
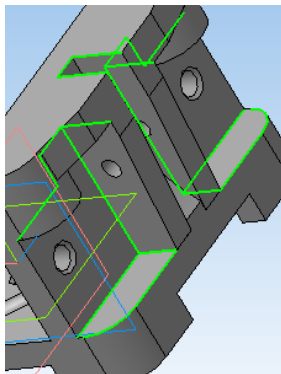


Виходимо з ескізу і **Вирізаємо видавлюванням** отвір, який захоплює обидва об'єкти.



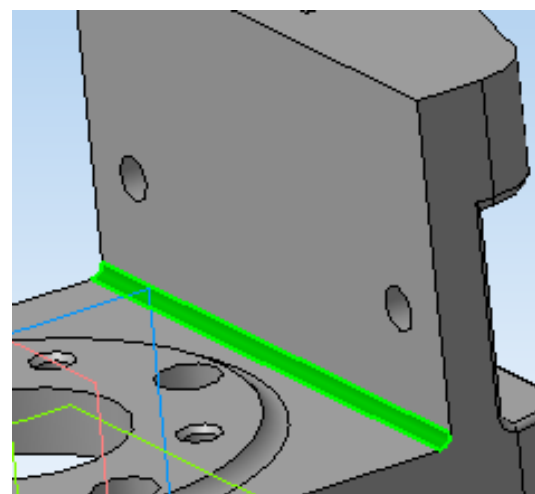
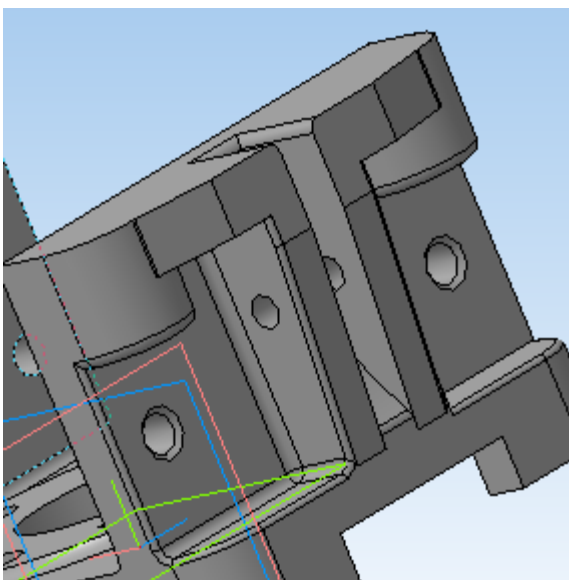


Ліве крило майже закінчено. Залишилось знову таки надати гладкості нашому крилу, округлюючи практично всі зовнішні ребра. Для цього виділимо через **Ctrl** потрібні нам ребра.

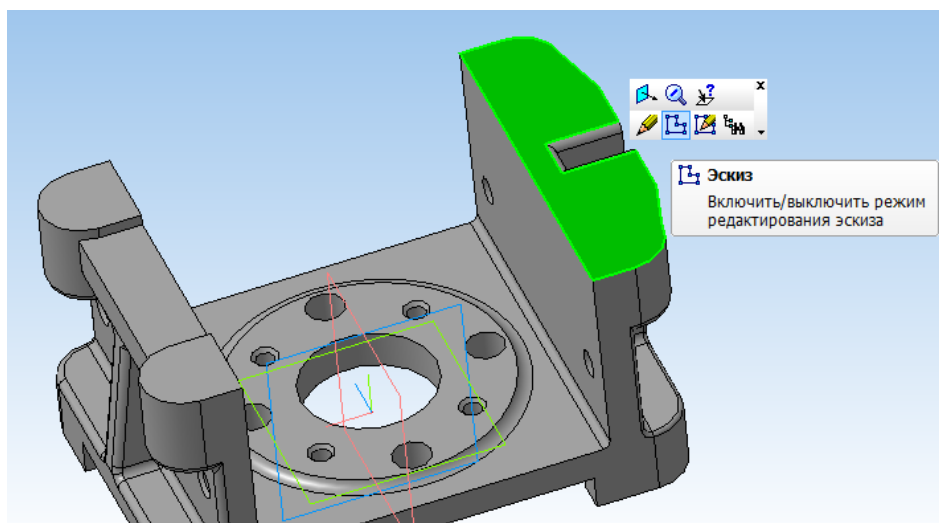


Не забувайте округляти їх окремо, щоб уникнути проблем!

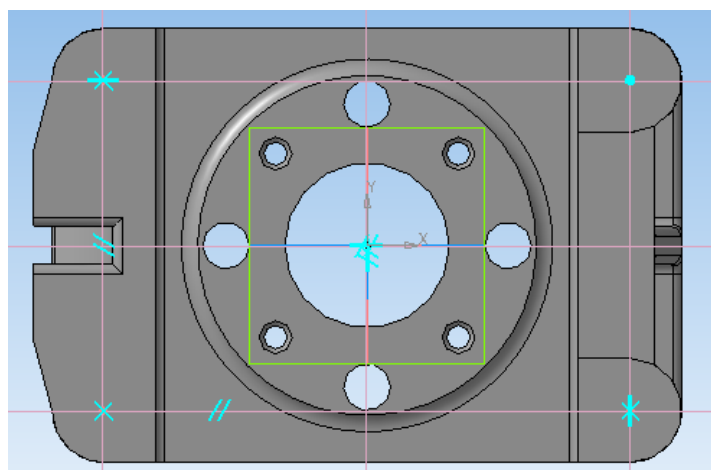
Округлюємо їх на 2 мм. Внутрішнє ребро між крилом і основою теж треба округлити на 2 мм. У підсумку повинно вийти так:



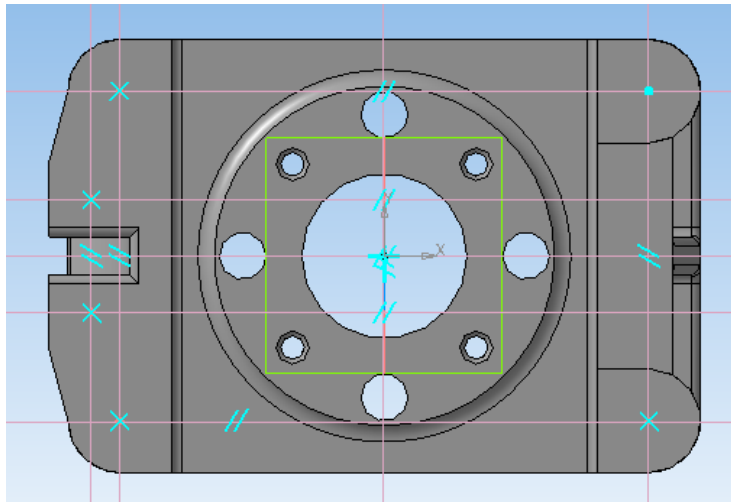
Залишилось зовсім небагато. Тепер потрібно створити отвори, для яких можливо автоматично задати розміри і побудувати їх. Для початку створюємо **Ескіз** на самій верхній площині.



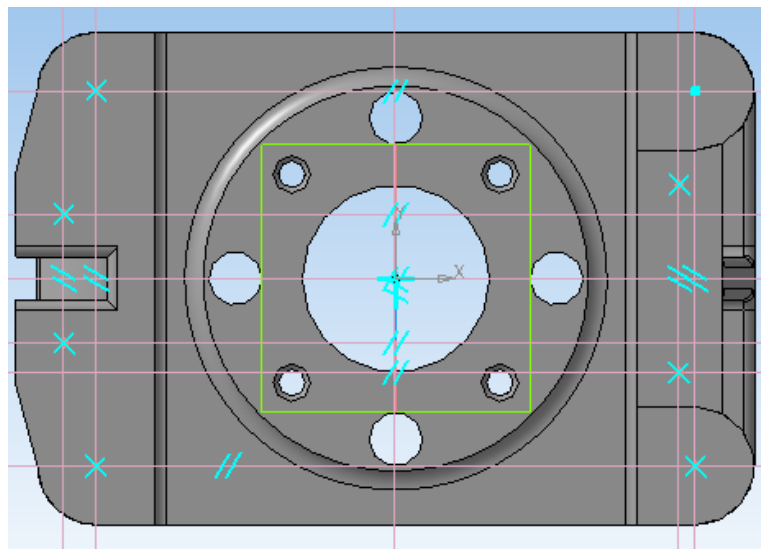
На наступному кроці, відносно всього практично готового корпусу, малюємо осьові прямі від центру і вже потім від них робимо вертикальні паралельні прямі в обидві сторони, відстанню в 56 мм, а також горизонтальні паралельні прямі в обидві сторони, відстанню в 35 мм. На точках перетину ставимо **Точки**, що знаходиться у розділі **Геометрії**, щоб надалі на їх місце розташування розставити отвори.



Для розташування інших точок, від центральної вертикальної лінії малюємо паралельну пряму в сторону лівого (2-го) крила відстанню у 62 мм, а також горизонтальні паралельні лінії в обидві сторони, відстанню у 12 мм. На їх перетині розставляємо **Точки**.

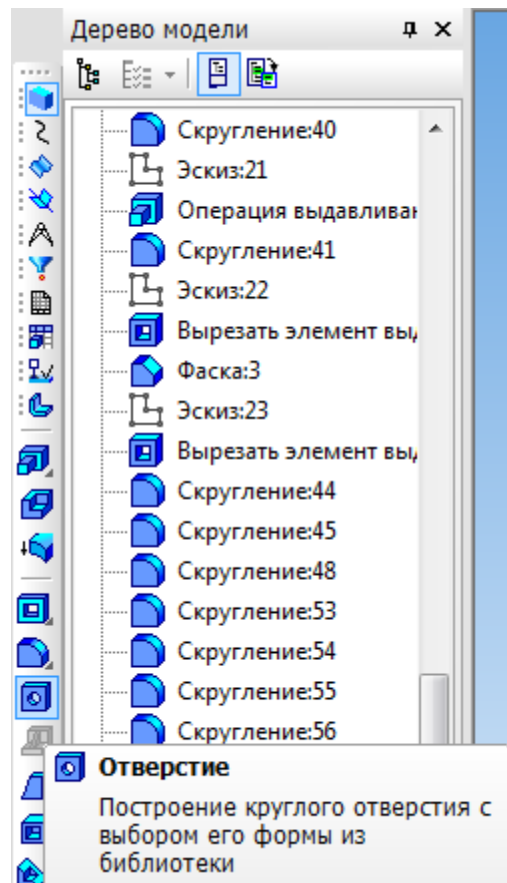
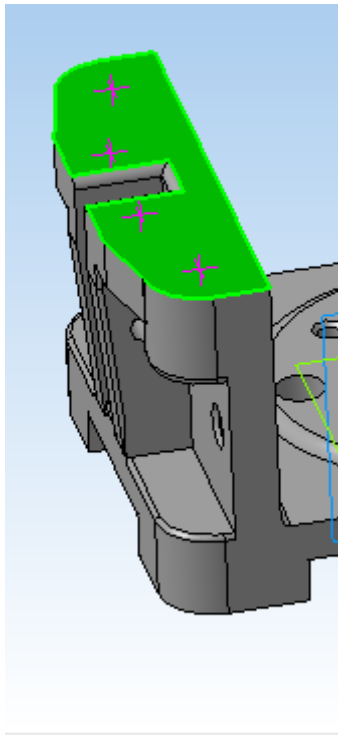


Нарешті, останні 2 точки. Від центральної вертикальної вправо проводимо паралельну пряму на відстані у 53 мм і також горизонтальні паралельні лінії в обидві сторони відстанню у 17,5 мм. На їх перетині ставимо 2 **Точки**.

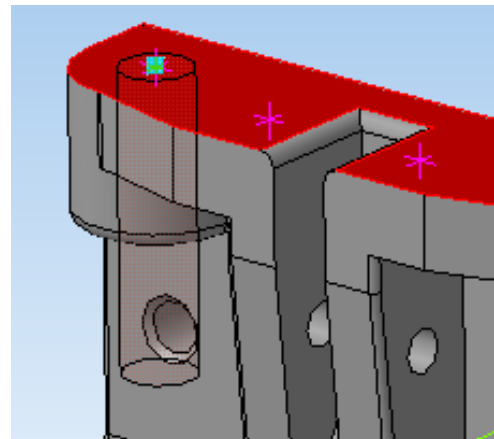
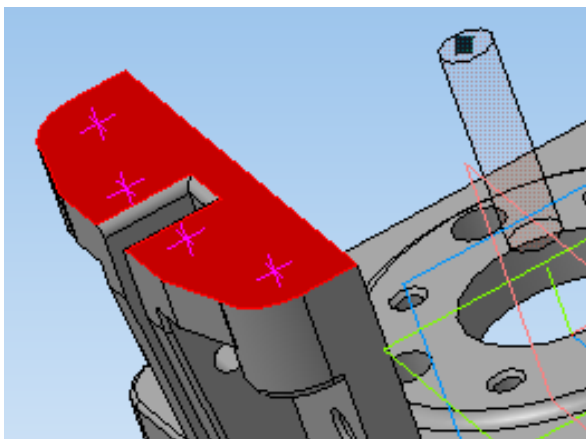


Після завершення виходимо з ескізу.

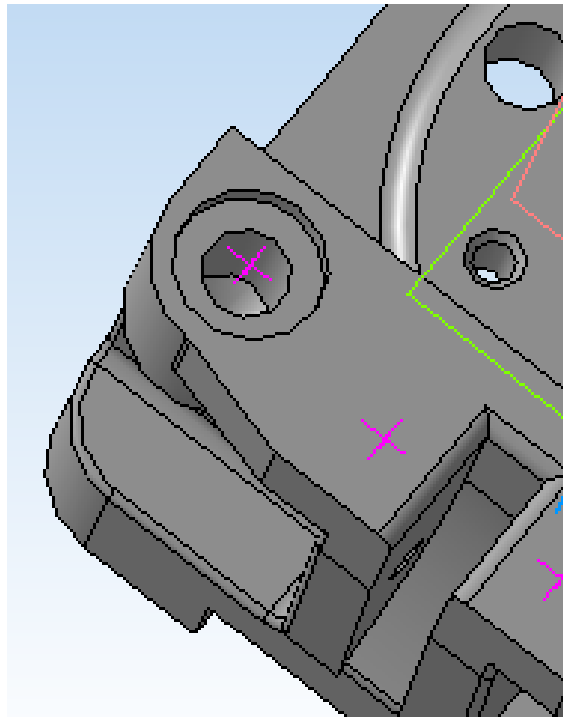
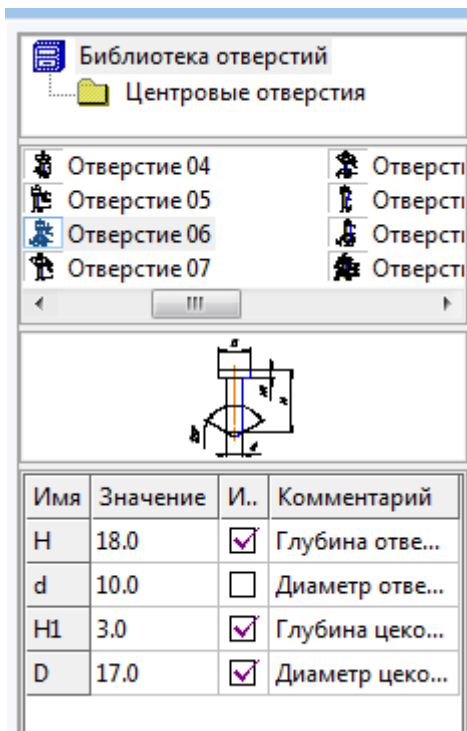
Тепер переходимо до самих отворів. Для їх створення потрібно спочатку один раз натиснути на ту площину, на якій вони будуть, і у розділі **Редагування деталі** натиснути на операцію **Отвір**.



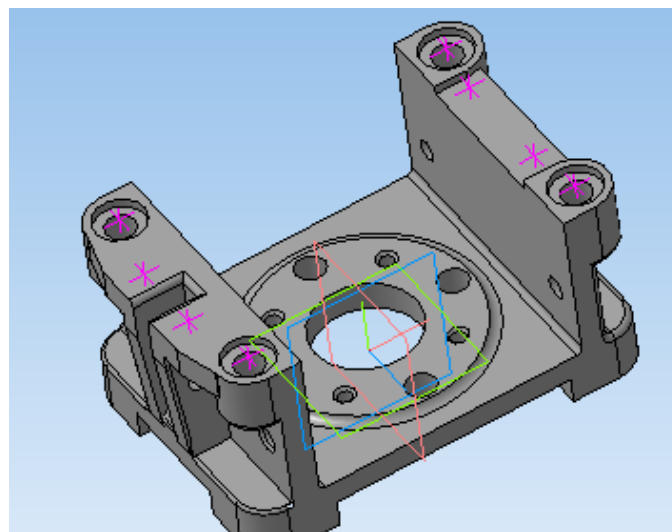
У центрі деталі можемо побачити зображення отвору. Беремо за центральну точку в ній та перетягуємо на вже заздалегідь заготовлену нами точку.



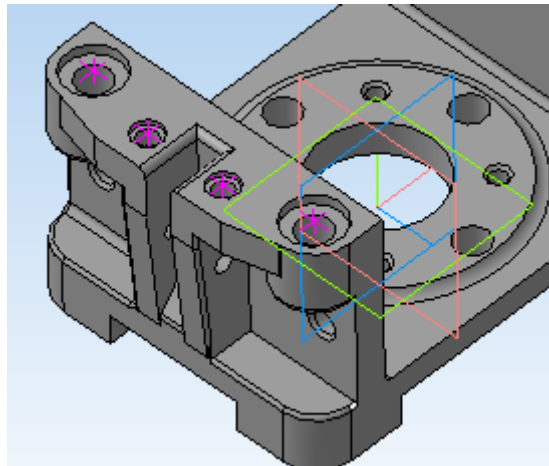
У параметрах отвору вибираємо пункт **Вибір отвору**, далі виставляємо такі параметри: Н (Глибина отвору) – 18 мм; d (Діаметр отвору) – 10 мм; Н1 (Глибина Цековки) – 3 мм; D (Діаметр Цековки) – 17 мм, після чого зберігаємо зміни. У результаті повинен вийти такий готовий отвір:



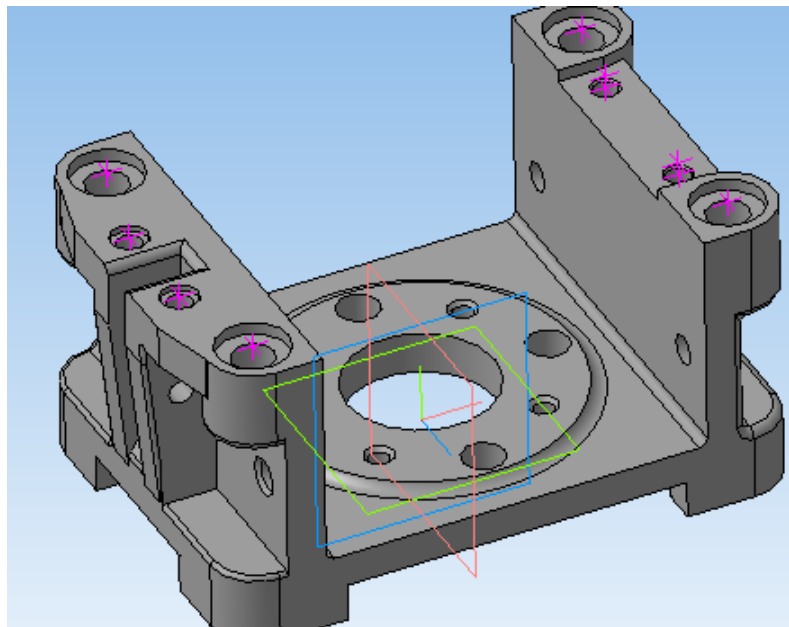
Робимо ще 3 ідентичних отвори по кутах.



Переходимо до 2-х отворів на лівому крилі. Для них ми вибираємо знову Отвір 6, але вже з іншими параметрами, а саме: H – 7 мм; d – 6 мм; H1 – 1,5 мм; D – 9 мм.



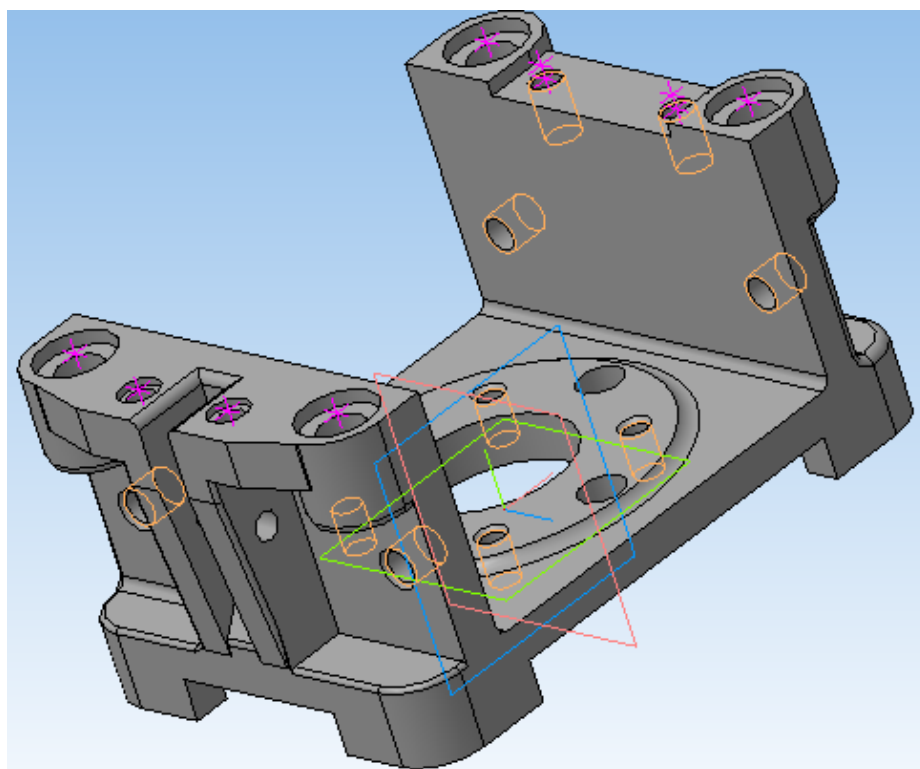
У нас ще залишилися останні 2 отвори на правому крилі. Вибираємо отвір 4, з параметрами:  $D - 7 \text{ мм}$ ;  $H - 12 \text{ мм}$ ;  $d - 6 \text{ мм}$ .



*ПРИМІТКА: Отвір може не мати синхронізації з точкою, тому що вони перебувають на різних площинах, а саме, точка знаходиться вище ніж площина. Для вирішення цієї проблеми просто треба подивитись в ескізі координати точки і в параметрах отвора вказати ті ж координати.*

Останній крок для створення корпусу – створення різьблення.

Для цього в меню **Операції – Елементи оформлення**, виберемо **Умовне позначення різьби** і окремо задамо його потрібним нам отворам (після чого воно виділиться помаранчевим кольором). У підсумку отримаємо повністю готову модель корпусу



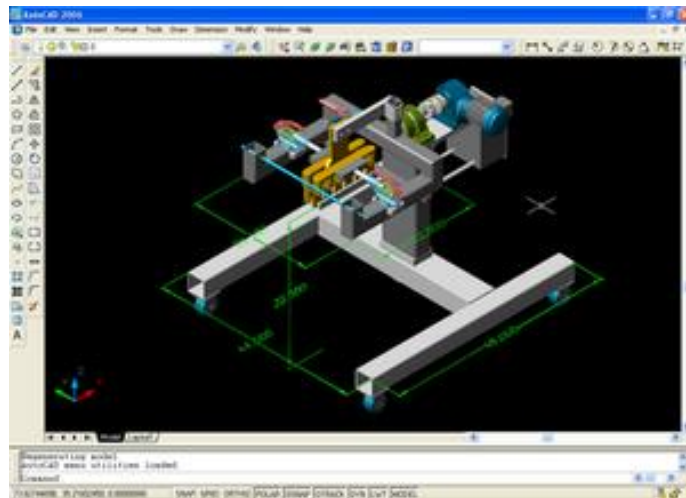
## Лабораторна робота №5

**Тема:** конструювання об'єктів в графічних інформаційних системах.

**Мета:** отримати навички конструювання об'єктів в **AutoCad**

**Теоретичні відомості.**

Найпопулярніша 2-х і 3-х вимірна система автоматизованого проектування і креслення. Дана система настільки універсальна, що її можна використовувати будь-де. Знання AutoCAD є першорядною вимогою для визначення профпридатності проектувальника.



На сучасному етапі програма AutoCAD має повний набір засобів, що забезпечують комплексне тривимірне моделювання, в тому числі роботу з довільними формами, створення і редагування 3D-моделей тіл і поверхонь, поліпшену 3D-навігацію і ефективні засоби випуску робочої документації. Починаючи з версії 2010, в AutoCAD реалізована підтримка параметричного креслення, тобто можливість накладати на об'єкт геометричні або розмірні залежності. Це гарантує, що при внесенні будь-яких змін в проект, певні параметри і раніше встановлені між об'єктами зв'язки зберігаються.

*Функціональні можливості сучасних версій:*

\* Інструменти роботи з довільними формами дозволяють створювати і аналізувати складні тривимірні об'єкти. Їх формування і зміну здійснюють простим перетягуванням поверхонь, граней і вершин.

Тривимірний друк.

Дозволяє створювати фізичні макети проектів через спеціалізовані служби 3D-друку або персональний 3D-принтер.



Використання динамічних блоків дозволяє створювати елементи, що повторюються, із змінними параметрами, без необхідності їх повторного креслення або працювання з бібліотекою елементів.

Функція масштабування аннотативних об'єктів на видових екранах або в просторі моделі.

Запис операцій дозволяє формувати послідовності команд навіть без досвіду програмування.

Диспетчер підшивок організовує листи креслень, спрощує публікацію, автоматично створює види, передає дані з підшивок в основні написи і штемпелі і виконує завдання таким чином, щоб вся потрібна інформація була в одному місці.

Інструменти спрощеної тривимірної навігації: «видовий куб» дозволяє перемикатися між стандартними і ізометричними видами – як попередньо заданими, так і з обраної користувачем точки; «Штурвал» об'єднує в одному інтерфейсі кілька різних інструментів навігації та надає швидкий доступ до команд обертання по орбіті, панорамування, центрування і масштабування.

Інструмент «аніматор руху» надає доступ до іменованих видів, які збережені в поточному кресленні і організовані в категорії анімованих послідовностей. Його можна застосовувати як при створенні презентації проекту (анімаційні ролики), так і для навігації.

Інтерфейс користувача підтримує можливість налаштування під потреби конкретної галузі. Змінюються установки за замовчуванням для різних функціональних можливостей AutoCAD, включно з шаблонами креслень, вмістом інструментальних палітр, робочим простором, фільтрами Autodesk Seek, партнерами в Autodesk Developer Network, порталом Online Experience і Центром підписки.

На базі Autocad. побудована система тривимірного проектування Autodesk Mechanical Desktop. Технологія проектування в Autodesk Mechanical Desktop націлена на роботу з складальними одиницями, тобто ефективного створення, редагування і управління складальними одиницями і елементами, що входять до їх складу. Інструментарій продукту допоможе вам значно прискорити моделювання деталей і складальних одиниць.

Система має широкі можливості по створенню креслень деталей і збірок. З її допомогою можна легко отримувати стандартні види деталей (зверху, спереду і збоку), перетини, допоміжні види, ізометричні проекції, вносити необхідні пояснення і генерувати специфікацію в автоматичному режимі. Також до креслення можна додати відомість матеріалів і дані про масу виробу.

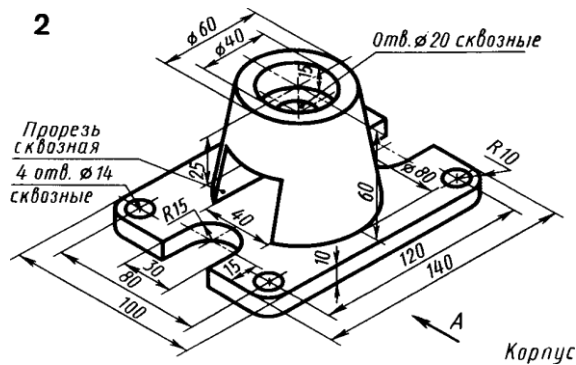
будь-якій іншій, створеній вручну, деталі.

## Порядок виконання роботи.

- делі.

мірній графіці.

## ЧНИЙ ОТВІР.



### Рисунок.5.1. Приклад варіанта завдання

бору шарів, що лежать в основі побудови тривимірної моделі.

1. Вибрати відповідну систему координат.

ізометрії.


Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Тзору (ТЗ)</b>		Вид→ Види (СВ ізометрія)

Команда: **Тзору**

Задайте точку огляду або [Повернути] <компас і трійка осей>: 1,1,1

2. Побудувати в площині ХУ контур основи деталі.

Будуємо прямокутник зі сполученнями – контур основи деталі і отвори по кутах цього прямокутника

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Прямокутник (ПРЯМОКУТН)</b>		Головна→ Малювання

Команда: **Прямокутник**


Перший кут або [Фаска / Рівень / Сполучення / Висота / Ширина]: з

Радіус сполучення прямокутників <0.00>: **10**

Перший кут або [Фаска / Рівень / Сполучення / Висота / Ширина]: **0,0**

Другий кут або [Площа / Розміри / Поворот]: **140,100**


Для зручності подальших побудов збільшимо зображення на екрані

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Покажи (ПО)</b>		Панель навігації

Команда: **Покажи**

Все / Центр / Динаміка / Межі / Попередній / Масштаб / Рамка / <Реальний час>: **в**


Побудуємо отвори по кутах прямокутника.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Круг (К)</b>		Головна→ Малювання

Команда: **Коло**

Центр кола або [3Т/2Т/ККР]: **10,10**

Радіус кола або [Діаметр]: **1**

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Масив (МС)</b>		Головна→ Редагування

Команда: **Масив**

Оберіть об'єкти (обрати окружність) **ENTER**

Прямокутний або круговий масив (<П> / К): **П**

Число рядків (---): **2**

Число стовпців (III): **2**

Розмір ячейки або відстань між рядками (---): **80**

Відстань між стовпчиками (III): **120**

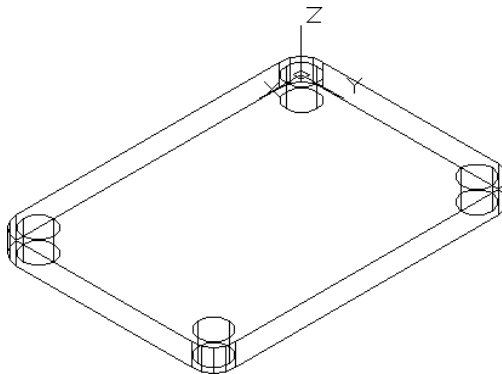


Рисунок. 5.2. Результат створення основи деталі

### 3. Створюємо пази в основі деталі

Зміщуємо ПСК у площині ХУ для створення плоского контуру паза в основі деталі.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>ПСК</b>		Головна→ Координати

Команда: **ПСК**

ПочатокПСК або [Грань / Іменована / Об'єкт / Попередня / Вид / Світ / X / Y / Z / ZОсь] <Світ>: **н**

Новий початок координат <0,0,0>: **0,50**

Будуємо замкнутий контур паза за допомогою **Плінії**

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Плінія (ПЛ)</b>		Головна→ Малювання

Команда: **Плінія**

Початкова точка: **0,15**

Наступна точка або [ДУга/...]: **15,15**

Наступна точка або [ДУга/...]: **ду**

[Кут/.../Друга/...]: **в**

Друга точка дуги: **30,0**

Кінцева точка дуги: **15,-15**

[Кут/.../Лінійний/...]: **л**

Наступна точка або [ДУга/...]: **0,-15**

Наступна точка або [ДУга/...]: **0,-15**

**ENTER**

За допомогою команди «**Видавити**» створюємо тривимірну модель паза

Команда: **Видавити**

Оберіть об'єкти: вибрати контур паза **ENTER**

Висота витискування: **10**

**ENTER**

Переміщуємо ПСК в центр симетрії основи деталі (у верхню площину).


Команда: **ПСК**

Початок ПСК або [Грань / Іменована / Об'єкт / Попередня / Вид / Світ / X / Y / Z / ZОсь]

<Світ>: **н**

Новий початок координат <0,0,0>: **70, 0,10**

Створюємо паз, симетричний побудованому (результат представлений на рис. 5.3).

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>3-Зеркало</b>		Головна→ Редагування

Команда: **3-Дзеркало**

Оберіть об'єкти: (обрати паз) **ENTER**

[Об'єкт / Остання / Зось / Вид / XY / YZ / ZX / 3точки] / <3точки>: **YZ** Точка на площині YZ <0,0,0>: **ENTER**

Видалити вихідні об'єкти? <H>: **ENTER**

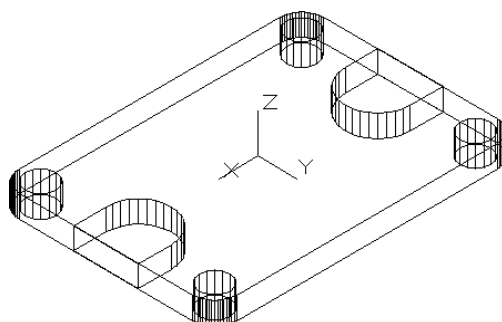



Рисунок. 5.3. Результат побудови пазів в основі деталі

Збережемо креслення і виконаємо наступні побудови.

#### 4. Створюємо тривимірну модель конуса

Створюємо тривимірну модель конуса (результат представлено на рис. 5.4).

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Конус</b>		Головна→ Моделювання

Команда: **Конус**

Центр основи або [3Т, 2Т, ККР, Еліптичний]: **0,0**

Радіус основи або [Діаметр]: **40**

Висота або [2Точки/.../ Радіус верхньої основи]: **p**

Радіус верхньої основи: **30**

Висота або [2Точки/ Кінцева точка осі]: **60**

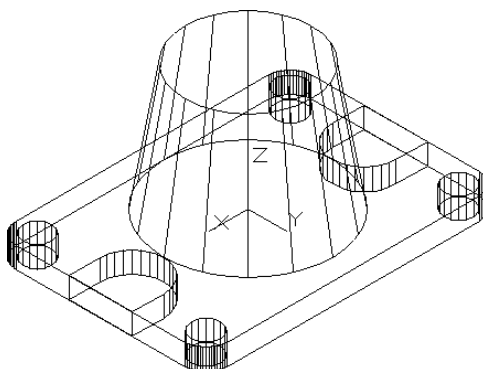


Рисунок. 5.4. Результат побудови тривимірної моделі усіченого конуса

Створення призматичного отвору в конусі

Виконаємо поворот ПСК щодо осі Y.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>ПСК</b>		Головна → Координати

Команда: **ПСК**

Початок ПСК або

[Грань / Іменована / Об'єкт / Попередня / Вид / Світ / X / Y / Z / ZOсь] <Світ>: **Y**

Кут повороту навколо осі Y <90>: **-90**

Створюємо плаский контур призматичного отвору.

Команда: **Прямокутник** Фаска / Рівень / Сполучення / Висота / Ширина / <Перший кут>: **c**

Радіус з'єднання прямокутників <10>: **0**

Фаска / Рівень / Сполучення / Висота / Ширина / <Перший кут>: **0,20**

Другий кут: **35, -20**

Створюємо тривимірну модель призматичного паза.

Команда: **Видави**

Оберіть об'єкти (обрати контур паза) **ENTER**

Висота витискування: **40**

**ENTER**

Добудуємо модель призматичного паза (рис. 5.5).

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Копіювати (КП)</b>		Головна → Редагування

Команда: **Копіювати**

Обрати дані (підкреслити призму) **ENTER**

Базова точка або [Зсув / режим] <Зміщення>: **0,20,40**

Друга точка зсуву: **0,20,0**

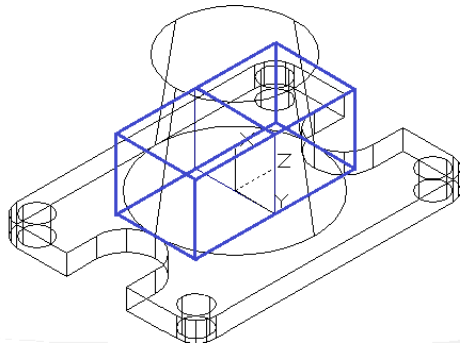


Рисунок. 5.5. Результат побудови призматичного паза

6. Створення тривимірних моделей циліндричних отворів у конічній частини деталі.

Сумістимо площину XY з верхньою основою конуса.

Команда: **ПСК**

Початок / Z вісь / 3 точки / Об'єкт / Вид / X / Y / Z / Попередні результати / Заміни / Збережи / Видали /? / <Світ>: **н**

Початок координат <0,0,0>: **60,0**

Повернемо систему координат в горизонтальне положення.


Команда: **ПСК**

Початок ПСК або

[Грань / Іменована / Об'єкт / Попередня / Вид / Світ / X / Y / Z / Z Вісь] <Світ>: Y

Кут повороту навколо осі **Y** <90>: **90**

Побудуємо два циліндра (див. рис. 5.6).

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Циліндр</b>		Головна → Моделювання

Команда: **Циліндр**

Центр основи або [3T / 2T / ККР / Еліптичний]: **0,0 ENTER**

Радіус основи або [Діаметр]: **20**

Висота або [2Точки / Кінцева точка осі]: **-15**

Будуємо другий циліндр

Команда: **Циліндр**

Центр основи або [3T / 2T / ККР / Еліптичний]: **0,0 ENTER**

Радіус основи або [Діаметр]: **10**

Висота або [2Точки / Кінцева точка осі]: **-70**

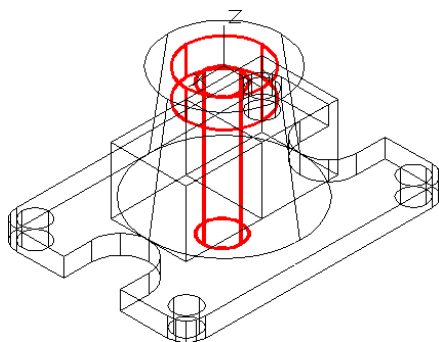


Рисунок 5.6. Результат створення тривимірних моделей отворів в конусі

### ***Збережемо креслення.***

7. Виконаємо логічні операції над створеними тривимірними об'єктами.

Об'єднаємо основу деталі і конус

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Об'єднай (ОБ)</b>		Головна→ Редагування тіла

Команда: **Об'єднай**

Оберіть об'єкти: (обираємо основу і конус) **ENTER**

Виконаємо отвори в деталі

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Відніми (ВІД)</b>		Головна→ Редагування тіла

Команда: **Відніми**

Оберіть об'єкти: (обираємо основу або конус) **ENTER**

Оберіть тіла, поверхні або області для вирахування ...

Оберіть об'єкти (обрати циліндричні і призматичні отвори в основі та в основі й конічній частині деталі) **ENTER**

8. Побудуємо розріз деталі

Створимо тривимірну модель призми для вилучення чверті деталі.

Команда	Піктограма	Стічка: Вкладка → Панель
<b>Ящик</b>		Головна→ Моделювання

Команда: **Ящик**

Перший кут або [Центр]: **0,0** **ENTER**

Другий кут або [Куб/Довжина]: <другий кут>: **70,50,-70**



Вилучимо призму з деталі.

Команда: **Відніми**

Оберіть об'єкти (обрати деталь) **ENTER**


Оберіть тіла та області, які віднімають ...

Оберіть об'єкти (обрати призму) **ENTER**

Зазначимо штрихуванням січні площини деталі.

Сумістимо площину ХУ з однією з січних площин.

Для цього виконаємо поворот ПСК щодо осі Y.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>ПСК</b>		Головна → Координати

Команда: **ПСК**


Початок ПСК або

[Грань / Іменована / Об'єкт / Попередня / Вид / Світ / X / Y / Z / Z Вісь] <Світ>: **Y**


Кут повороту навколо осі Y <90>: **-90**

Для зручності визначення контуру штрихування можна застосувати візуальний стиль «Приховування ліній».

Виконаємо двовимірну (в площині ХУ) операцію створення заштрихованого контуру.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Штрих (Ш)</b>		Головна → Малювання

Сумістимо площину ХУ з другою січною площиною. Для цього виконаємо поворот ПСК щодо осі X.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>ПСК</b>		Головна → Координати

Команда: **ПСК**

Початок ПСК або [Грань / Іменована / Об'єкт / Попередня / Вид / Світ / X / Y / Z / Z Ось] <Світ>: **X**

Кут повороту навколо осі X <90>: **-90**

Знову виконаємо операцію створення заштрихованого контуру (рис.5.7).

***Збережемо креслення!***

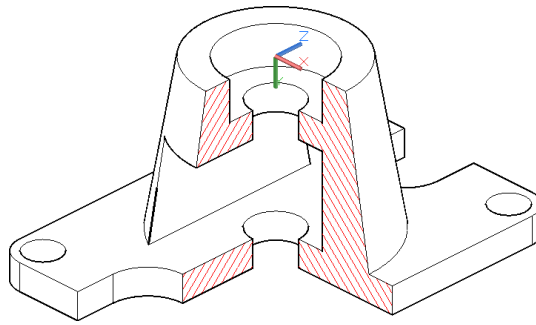


Рисунок 5.7. Тривимірний модель деталі

### **Основні етапи виконання креслення тривимірної моделі**

*Проаналізувати модель: вибрати головний вид та необхідну кількість видів деталі; вибрати формат для майбутнього креслення.*

Перебуваючи в просторі моделі, встановлюємо площину ХУ в площині обраного головного виду (систему координат краще виставляти за трьома точками), рис. 5.8.

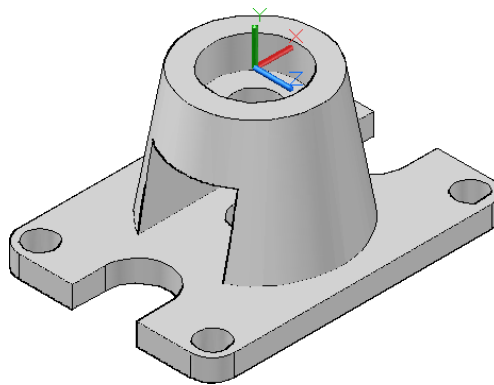


Рисунок 5.8. Установка координатних осей

#### **1. Підготовка формату**

На панелі оформлення (рис. 5.9) вибираємо формат А3 (420x297).

Після створення основного і бічного напису, **відмовляємося** від створення стандартного видового екрана.

Викликаємо вікно друку і налаштовуємо область друку для формату А3.

Використовуємо опцію «застосувати до листу» і закриваємо вікно друку.

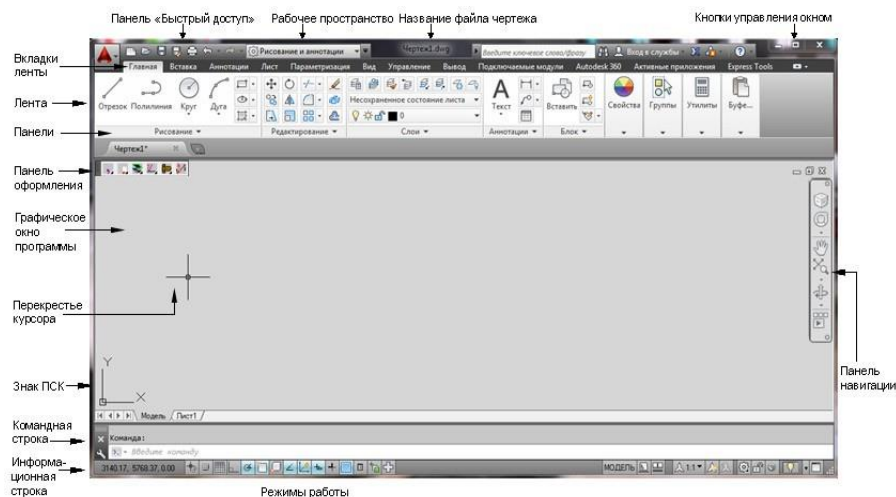



Рисунок 5.9. Розташування панелей

## 2. Підготовка видів

Встановити поточним шар видових екранів – VPORTS

Викликати команду створення видів

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Т-Вид</b>		Головна → Моделювання

Команда: **Т-Вид**

Задаємо параметр [ПСК / Орто / Додатково / Перетин]: **П** Задаємо параметр [Ім'я / МСК / ? / Поточна] <Поточна>: **Т** Масштаб виду <Поточна>: **Т** або **ENTER**

Центр виду: вказуємо курсором центр виду (рис.26 а)

Центр виду <видовий екран>: уточнюємо положення центру **ENTER**

Перший кут видового екрану: вказуємо курсором

Протилежний кут видового екрана: вказуємо курсором (рис.5.10)

Ім'я виду: (наприклад П1 – для виду зверху, або П2 – для виду спереду, або П3 – для виду зліва)

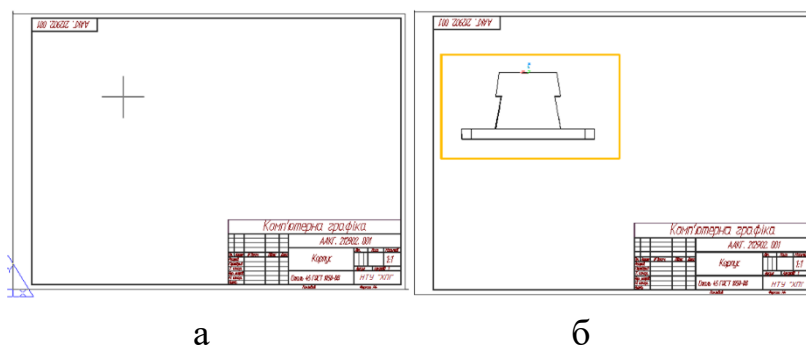


Рисунок 5.10. Створення видового екрана (ВЕ)

Команда циклічна, на питання: «*Задайте параметр*», відповідаємо викликом контекстного меню:

Права кнопка миші → контекстне меню → ОРТО: вказати сторону видового екрану, з якої буде виконуватися проектування (Курсором, прив'язка «середина» увімкнеться автоматично), рис. 5.11.

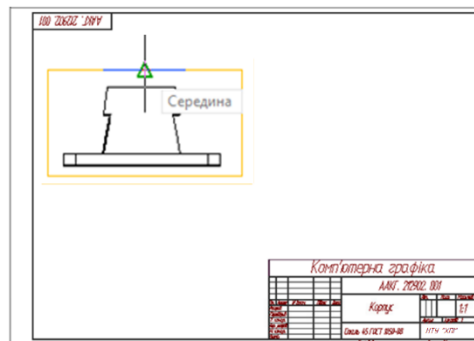


Рисунок 5.11. Вказівка боку ВЕ, з якого виконуємо проектування

Вказуємо центр виду (курсором). На наступні питання: «центр виду <видовий екран>, уточнюємо його положення і натискаємо клавішу» Enter «.

Задаємо видовий екран за допомогою охоплюючої рамки (спочатку – лівий нижній кут, потім – правий верхній).

Задаємо ім'я виду (П1, або П2, або П3), (рис. 5.12, 5.13)

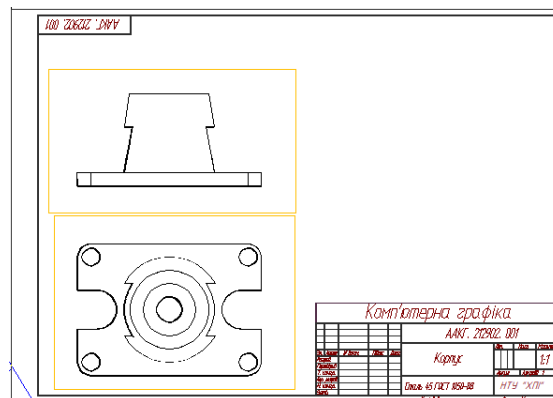


Рисунок 5.12. Створення виду зверху

За необхідності повторити цикл.

Кількість повторів описаного циклу залежить від кількості видів, які треба створити,

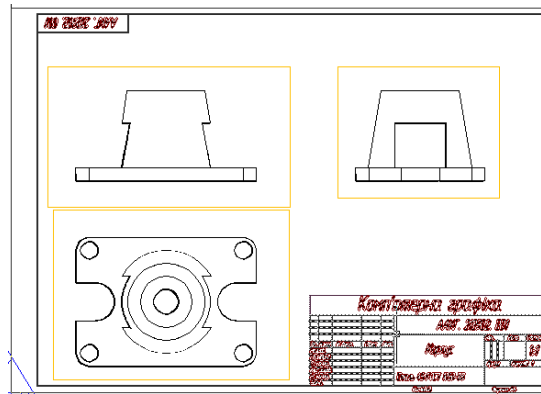


Рисунок 5.13. Створення виду зліва

Викликаємо команду створення креслення.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
<b>Т-Малювання</b>		Головна → Моделювання

Команда: **Т-Малювання**

Вибираємо об'єкти: виділяємо всі створені видові екрани

**ENTER**

### 3. Підготовка шарів

Викликаємо вікно управління властивостями шарів «(піктограма)».

Відредагуємо властивості шарів П1-VIS та П1-HID, а саме, для шарів з суфіксом \* VIS змінюємо вагу лінії на 0.6 (щоб виділити всі такі шари необхідно, утримуючи клавішу «Ctrl», вказати на них курсором миші). Для шарів з суфіксом \* HID змінюємо тип лінії на «Штрихова» («DASHED»).

Створюємо для кожного видового екрана шари осей і штрихування,

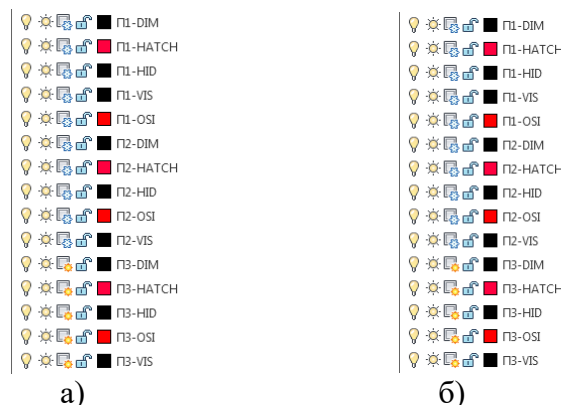



Рисунок 5.14. Редагування шарів


Наприклад: **П1-OSI, П1-HATCH.**

Призначити колір, тип і товщину лінії для кожного шару (за аналогією з шарами «Осьові» і «Штриховка»), рис. 5.14 а.

Для завершення роботи в диспетчері властивостей шарів (натискаємо «ОК»).

Активуємо видовий екран П1 (подвійним клацанням миші всередині нього), відкриваємо список шарів і заморожуємо для поточного видового екрану (значок ) усі новостворені шари. Наприклад, для видового екрану П1 заморожуємо шари з префіксами П2 і П3, тобто П2-OSI, П2-HATCH, П3-OSI, П3-HATCH (рис. 5.14б). Повторюємо ту ж операцію і для інших іменованих видових екранів (з префіксами П2 і П3).

#### **4. Редагування проекцій**

Проводимо осі, наносимо розміри в кожному видовому екрані на відповідних шарах (\* OSI і \* DIM). У випадку, коли в поточному видовому екрані становище площини XY не збігається з площиною виду, побудова ліній і нанесення розмірів в цьому видовому екрані неможлива. виправляємо це за допомогою команди «Вид» панелі «Координати» (піктограма )


*УВАГА! Перебуваючи в режимі моделі у видовому екрані, не потрібно використовувати команди масштабування і панорамування. За необхідності наблизити, відсунути або перемістити зображення, слід перемикатися в режим листа.*

У разі збою проекційного зв'язку або масштабу в одному або декількох видових екранах, спочатку виправляємо масштаб (команда «Масштабування із завданням масштабу»), а потім відновлюємо проекційний зв'язок, викликавши команду «ФОРМАТЛ» («MVSetup») і задавши опцію «Вирівняти» .

Вибираємо опцію вирівнювання (горизонтальне або вертикальне), задаємо за допомогою прив'язки точку в першому видовому екрані і відповідну їй по проекційному зв'язку точку в другому видовому екрані.

#### **5. Створення додаткового (аксонометричного) виду**

Встановлюємо поточним шар видових екранів – VPORTS. Викликаємо команду створення видового екрана.

Команда	Піктограма	Стрічка: Вкладка → Панель
-В Екран		Лист→ Видові екрани листа

Визначаємо видовий екран за допомогою рамки. Перебуваючи в режимі моделі, встановлюємо тип 3D-виду (наприклад, СВ-ізометрія) і масштаб, рис. 5.15.

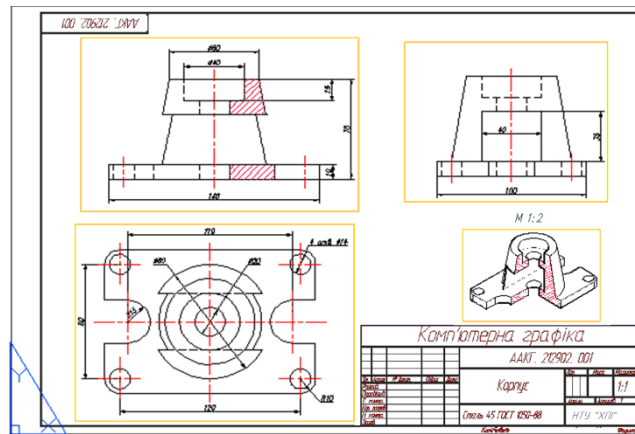


Рисунок 5.15. Креслення тривимірної моделі

## 6. Завдання властивостей видових екранів для друку

Виділяємо рамки видових екранів проекцій П1, П2 і П3.

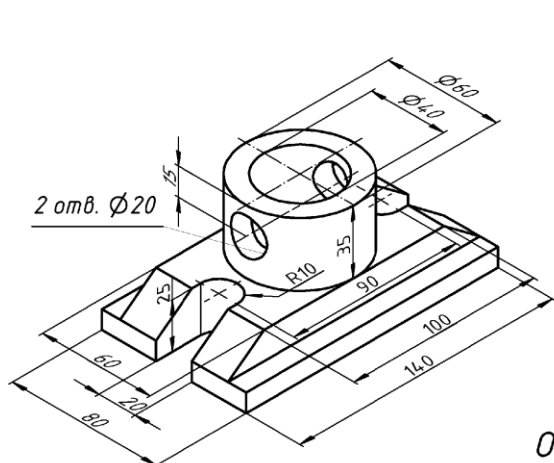
ПКМ викликаємо контекстне меню → Тонування під час друку → Каркас.

## 7. Друк

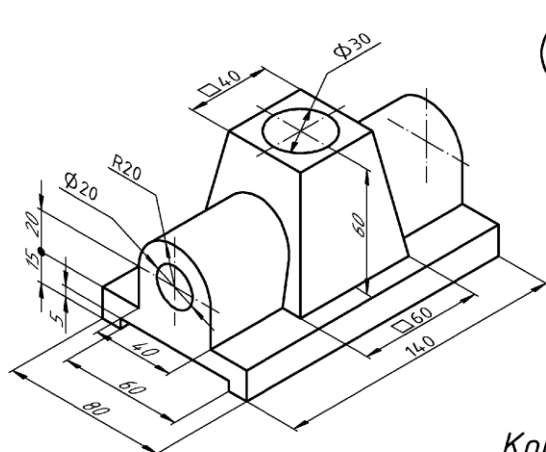
Заморожуємо шар видових екранів – VPORTS.

Перевіряємо заповнення основного напису і роздруковуємо документ

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ (3D-моделювання)



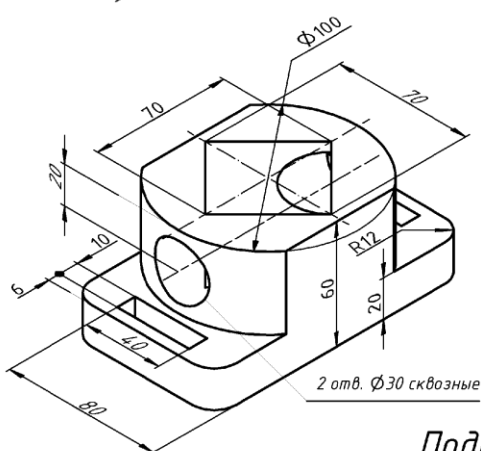
1



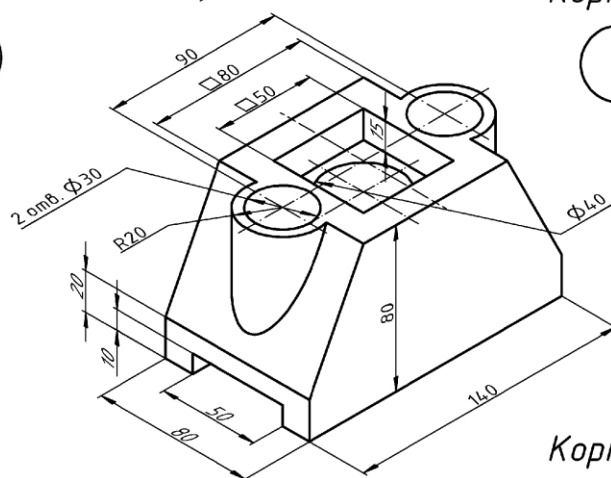
2

Опора

Корпус



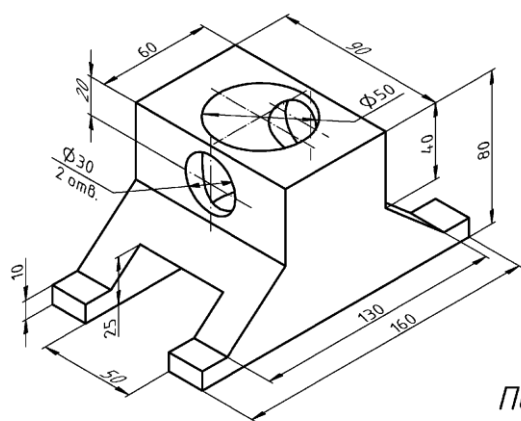
3



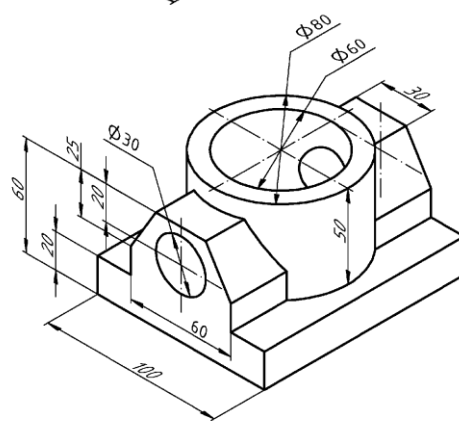
4

Подставка

Корпус



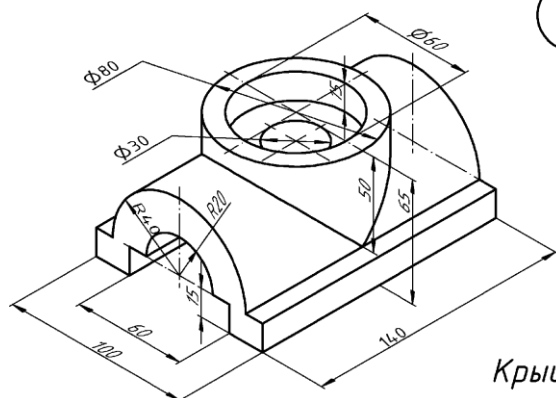
5



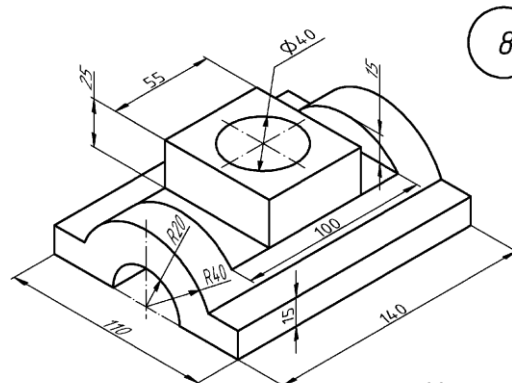
6

Ползун

Ползун



7

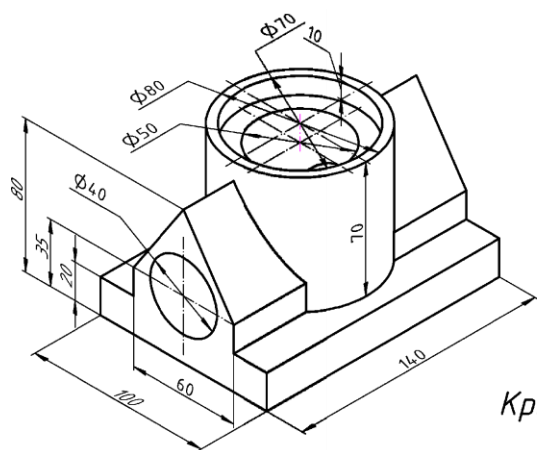


8

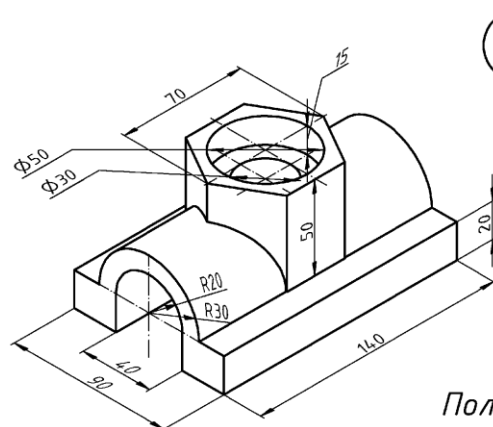
Крышка

Крышка

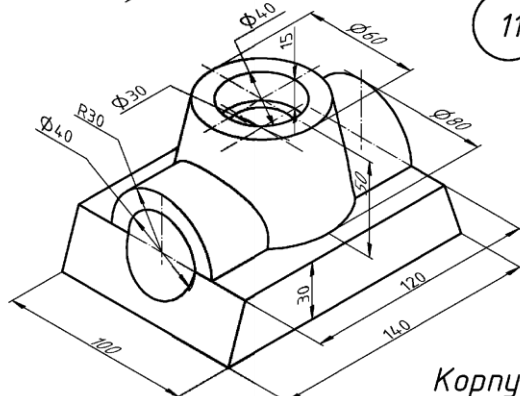




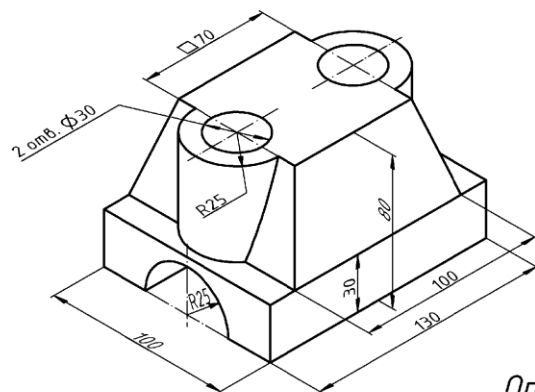
Крышка



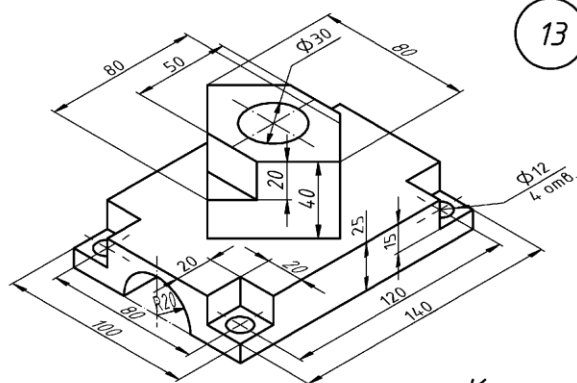
Ползун



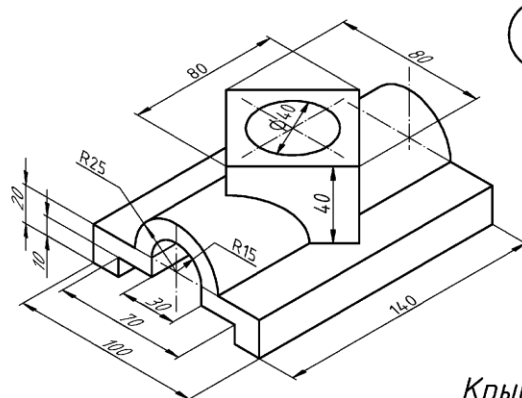
Корпус



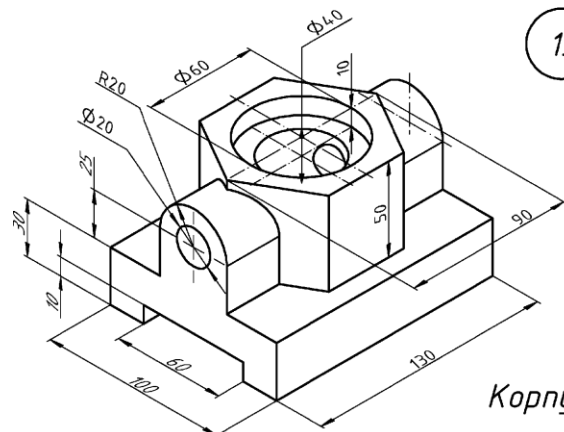
Опора



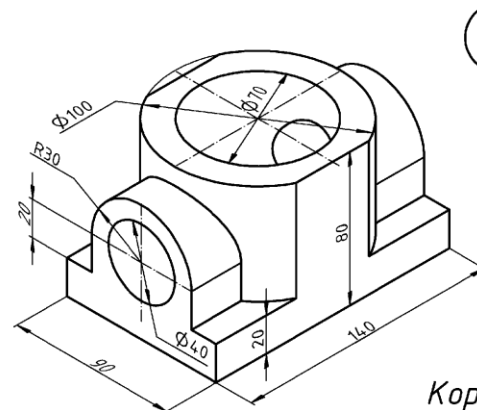
Крышка



Крышка



Корпус



Корпус

### **Контрольні питання за темою:**

#### **«Інформаційні графічні системи конструювання та моделювання об'єктів»**

1. Види графічного моделювання.
2. Класифікація систем графічного моделювання.
3. Сфери використання систем графічного моделювання.
4. Які завдання виконує графічне моделювання?
5. Компоненти графічних систем.
6. Способи створення геометричних моделей.
7. Геометричні моделі зберігання і візуалізації.
8. Типи геометричних моделей.
9. Види найпростіших геометричних елементів і основні способи їх створення. Створення геометричних елементів з використанням відносин (загальний і приватний способи). Створення геометричних елементів за допомогою перетворення.
10. Що входить в предметну область комп'ютерної графіки?
11. У чому полягають переваги та недоліки векторної графіки, в порівнянні з растровою графікою?
12. Для яких цілей служать графічні редактори?
13. Як співвідносяться предмети комп'ютерної графіки та анімації?
14. З якими форматами працює SketchUp?
15. Способи моделювання в програмному пакеті 3DSMax.
16. Порівняльна характеристика конструювання об'єктів з використанням графічних інформаційних систем Компас 3D, SOLID, AutoCad.
17. Як і в яких галузях використовують ділову графіку?

### Список джерел інформації

1. Информационные системы конструирования и моделирования объектов. Начальн. пособие / И.Ю. Адашевская – Харків: «НТМТ», 2016.– 200 с.
2. Божко А.В. Компьютерная графика. /А.В. Божко, Д.М. Жук, В.Б. Маричев. – М.: МГТУ им.Баумана, 2007. – 392 с.
3. Актуальное моделирование, визуализация и анимация. – СПб. : БХВ–Петербург, 2005. – 456 с.
4. 3D MAX 6.0 Windows: пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 624 с.
5. Анцыпа В.А. Растровые и векторные графические изображения / В.А. Анцыпа – Информатика и образование, – 2005.– С. 56–62
6. <http://autodeskmaya.livejournal.com>
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>
8. 3D-технологии построения чертежа. AutoCAD / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, Е.П. Дубовикова – СПб.: БХВ–Петербург, 2005. – 256 с.
9. Книга ‘3D моделирование в SketchUp 2015. Учебник-справочник, – 2015.
- 10.Большаков В. Создание трёхмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D : практикум. – СПб.: БХВ–Петербург, 2010. – 496 с.
- 11.<http://www.edu.ascon.ru> – сайт «КОМПАС в образовании».

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**Методи конструювання об'єктів в комп'ютерних системах  
(Частина III)**

для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Укладач: АДАШЕВСЬКА Ірина Юріївна

За авторською редакцією

План 2018 р., поз. 70.

Підписано до друку 24.05.18 .      Формат 60×84 1/16.

Папір друк. № 2.

Друк-ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк.

Наклад 50 прим. Зам. № 12. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Свідоцтво про реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2017 р.

---

Друкарня НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2